Phys. sp.
354
ma

Digitized by Google

Physics
354ma Fries

[illegible]

Doppel

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Von den

Ursachen der Erdbeben

und von den

magnetischen Erscheinungen.

Zwey Preisschriften

von

Friedrich Kries.

Professor am Gymnasium zu Gotha.

Mit 1 Steintafel.

Leipzig,

bey Friedrich Fleischer.

1827.

Digitized by Google

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Digitized by Google

Vorerinnerung.

Von den beyden nachstehenden Abhandlungen wurde die erstere — **Von den Ursachen der Erdbeben** — durch eine Aufgabe der Societät der Künste und Wissenschaften in Utrecht veranlaſst, und gegen Michaelis 1819 eingesandt. Sie erhielt in der Sitzung der Gesellschaft vom 26sten Juny 1820 den Preis, und wurde darauf durch Veranstaltung derselben, noch in dem nämlichen Jahr bey JOHANNES ALTHEER in Utrecht gedruckt und verlegt. Einen Theil der Exemplare erhielt der Verleger der gegenwärtigen Ausgabe in Commission, daher die Abhandlung auch in Deutschland nicht ganz unbekannt geblieben ist.

Die andere Abhandlung — **Ueber die magnetischen Erscheinungen** — welcher von der holländischen Gesellschaft der Wissenschaften in Haarlem, den 22. May 1824, der Preis zuerkannt wurde, ist bis jetzt nur in einer holländischen Uebersetzung im XIII. Bande der Schriften dieser Gesellschaft gedruckt erschienen. Sie auch auf deutschen Boden, in ihrem ursprünglichen Gewande, zu verpflanzen, ist die eigentliche Veranlassung zur Herausgabe dieser Schrift.

Digitized by Google

Denn da die erstere Abhandlung bereits vergriffen war, so schien es nicht unpassend, sie, mit der letztern zugleich, von neuem erscheinen zu lassen. Es bedurfte hierzu der besondern Bewilligung sowohl der Haarlemer Societät, als des Verlegers der Utrechter Preisschrift, und der Verfasser erkennt mit Dank die Bereitwilligkeit, mit der ihm diese von beyden zu Theil geworden ist.

Beyde Abhandlungen erscheinen auch hier nicht unverändert in ihrer frühern Gestalt. Die erstere hat, auſser einem zweyten Nachtrage, eine Menge von Zusätzen erhalten, die vornehmlich neuere Beobachtungen und Erfahrungen über Erdbeben betreffen. Die zweyte Abhandlung ist auch mit mehrern Zusätzen und einem Nachtrage vermehrt worden, der die neuern Entdeckungen über Thermomagnetismus und andere mit dem Magnet in Verbindung stehende Erscheinungen enthält. Uebrigens wird es zu einer richtigen Beurtheilung derselben nicht unnöthig seyn sich zu erinnern, daſs sie noch vor Ablauf des Jahres 1823 eingesandt worden war.

Gotha, den 26. Aug. 1826.

F. K.

Digitized by Google

I.

Von den

Ursachen der Erdbeben.

Digitized by Google

Non miremur, tam tarde erui, quae tam alte jacent.

Seneca.

Digitized by Google

Der Gegenstand, welchen die vorgelegte Preisfrage betrifft, gehört unstreitig zu den wichtigsten und gröſsten der Naturgeschichte unsers Erdkörpers. So fühlbar und in die Augen fallend indessen seine Wirkungen sind, so verborgen sind ihre Ursachen. Der Schauplatz der Letztern liegt ganz oder zum Theil in Tiefen, die unserm Auge gewöhnlich verschlossen sind, oder zu denen es vielleicht niemals dringt; sie werden herbeigeführt und vereinigen sich, ohne daſs wir es gewahr werden; kaum können wir bisweilen ihr Daseyn aus zweideutigen Anzeigen ahnden; und wir erkennen es erst mit Gewiſsheit aus den Wirkungen, wenn sie nicht mehr vorhanden sind. Es bleibt uns daher nichts übrig, als ihrer Beschaffenheit aus der Beschaffenheit der Wirkungen nachzuforschen. Dieſs ist aber ein unsichres Verfahren, das nur zu Wahrscheinlichkeiten, nicht zur Gewiſsheit führt. Denn wie oft können einerlei Wirkungen aus sehr verschiedenen Ursachen entspringen!

Es ist aber für uns schon immer der Mühe werth, auch nur das Wahrscheinliche zu kennen, da wo wir die Gewiſsheit selbst nicht zu erreichen vermögen — welches mit den Erklärungen der meisten Naturerscheinungen unser Fall ist. Die Wahrscheinlichkeit gründet sich dann auf die Uebereinstimmung unserer anderweitigen Erfahrungen und Kenntnisse von den Wirkungen der Körper mit der in unserer Erklärung angenommenen Wirkungsart. Unsere Ansicht einer

Digitized by Google

Sache aber kann sich ändern, sobald neue Entdeckungen uns neue Stoffe und neue Eigenschaften der Körper kennen lehren. Daher die groſse Verschiedenheit unserer heutigen Erklärungen von denen unserer Vorfahren in Ansehung einer Menge von Naturerscheinungen.

So ist es auch mit dem Erdbeben. Von jeher hat man es nicht an Erklärungen dieser furchtbaren Erscheinung fehlen lassen. Die Erklärungen aber haben sich geändert, so wie der Zustand unserer übrigen Naturlehre sich geändert hat. Feuer, Wasser, Luft wurden sonst auf verschiedene Weise dabey zu Hülfe genommen. Seitdem man die Elektrizität als ein so überaus wirksames Mittel der Natur kennen gelernt hat, ist auch diese dabey angewandt worden; und dasselbe ist ganz neuerlich mit dem Galvanismus geschehen.

Es fehlt aber sehr viel, daſs durch alle diese Bemühungen die Sache aufs Reine gebracht seyn sollte, und wir haben daher allen Grund zu fragen: was kann man nach dem jetzigen Zustande der Naturlehre mit der meisten Wahrscheinlichkeit für die Ursache der Erdbeben halten? Dieſs ist unstreitig auch der Sinn der vortrefflich gewählten Preisfrage, welche also lautet:

„Welches sind die nächsten Ursachen der „Erdbeben? Muſs man die elektrische oder die „galvanische Kraft mit unter diese Ursachen „zählen; oder sind die Erscheinungen der Elek„trizität, welche man nicht selten bey Erdbeben „wahrnimmt, für Mitwirkungen der nämlichen „Ursache zu halten?“

Um diese Frage einigermaſsen mit Grund beantworten zu können, müssen wir nicht bloſs die Erscheinungen, unter welchen sich Erdbeben äuſsern, sondern auch, so viel mög-

Digitized by Google

lich, alle mit ihnen in Verbindung stehenden Erscheinungen in Betrachtung ziehen.

Wir wollen daher zuerst folgende Untersuchungen anstellen:

1. *Unter welchen Umständen pflegen Erdbeben statt zu finden?*

2. *Welche Erscheinungen pflegen ihnen voraus zu gehen?*

3. *Von welchen Erscheinungen sind sie begleitet?*

4. *Welche Erscheinungen pflegen ihnen nachzufolgen?*

Was den ersten Punkt anbetrifft, unter welchen Umständen Erdbeben zu erscheinen pflegen, so läſst sich zuerst fragen, ob *sie an eine gewisse Jahreszeit gebunden sind*, oder, ob eine Jahreszeit mehr als die andere zur Hervorbringung derselben geschickt sey.

Diese Frage aber kann im allgemeinen mit Grunde verneint werden, da man Beyspiele von Erdbeben aus allen Jahreszeiten auf gleiche Weise hat.

Unter den stärksten Erdbeben des vorigen Jahrhunderts in Europa ist das von 1755, durch welches Lissabon zerstört wurde, den 1. November gewesen; von welcher Zeit an sich die Erdstöſse in Portugall und den benachbarten Ländern, anfangs fast täglich, nachher mit einiger Unterbrechung bis in den März des folgenden Jahres wiederholt haben.

Das zweyte, durch welches Messina und Calabrien verwüstet wurden, ereignete sich den 5ten Februar 1783; und von dieser Zeit an folgten die Erschütterungen einander in fast

Digitized by Google

ununterbrochener Reihe, wie Dolomieu sagt *), bis in den August; ja sie dauerten das ganze Jahr hindurch, bis in den Februar und März des folgenden Jahres.

Hier fällt also die eine Reihe in den Herbst und Winter, die andere in den Frühling und Sommer, und beyde füllen zusammen das ganze Jahr aus.

Noch mehrere Beyspiele der Art lassen sich von America beybringen. Hier fieng das groſse Erdbeben von 1746, durch welches Lima und Callao zerstört wurden, den 28. October an, und die Erschütterungen dauerten, mit weniger Unterbrechung, bis zum 24. Februar des folgenden Jahres fort, in welcher Zeit 451 Stöſse erfolgt waren **). Ein zweytes, nicht minder groſses, Erdbeben, durch welches Quito verheert wurde, ereignete sich den 4. Februar 1797. „Den ganzen „Februar und März hindurch dauerten die schwachen Erdbe„ben, und den 5. April traten wieder so heftige Stöſse ein, „daſs diese allein Dörfer und Städte würden umgestürzt ha„ben“ ***). — Noch furchtbarer scheint das Erdbeben vom 21. October 1766 gewesen zu seyn, durch welches Cumana zerstört wurde. „Vierzehn Monate nach einander wie„derholten sich darauf, wie Humboldt erzählt, die Stöſse „stündlich“ †). — Fast eben so anhaltend ist das schreckliche Erdbeben gewesen, das Caracas den Untergang brachte.

*) Abhandlung über das Erdbeben in Calabrien im Jahr 1783. Aus dem Französischen von *Deodat de Dolomieu.* Leipzig. 1789. 8. S. 33. u. 72.

**) *Torb. Bergmann's* physikalische Beschreibung der Erdkugel. II. Bd. S. 150.

***) Ueber das Erdbeben, welches 1797 Peru verwüstete, von *Cavarilles* — in den Annal. der Phys. VI. Bd. S. 67 ff.

†) Voyage aux regions equinoxiales du nouveau continent. I. Tom. pag. 307.

Digitized by Google

Es nahm den 26. März 1812 nach 4 Uhr Nachmittags seinen Anfang, und zerstörte in wenigen Minuten, auſser der Stadt Caracas, mehr als dreyſsig andere Städte und Landsitze, unter deren Trümmern Tausende von Menschen ihren Tod fanden. Die Erschütterungen dauerten bis in den December unabläſsig fort, und man betrachtete diejenigen Tage als die ruhigsten, an denen man nicht mehr als 19 bis 20 Stöſse bemerkte *).

Schon in Brisson's Diction. de Phys. art. Tremblement de terre — heiſst es: „On a vu, en Amerique, des tremble-„mens de terre durer pendant plus d'une année entière, et faire „sentir chaque jour plusieurs secousses très-violentes.“

Beyspiele von weniger ausgezeichneten Erdbeben, sowohl in der alten als in der neuen Welt, lassen sich leicht für jeden Monat beybringen **).

Ein paar der heftigsten Erdbeben in diesem Jahrhundert, in der alten Welt, ereigneten sich mitten im Sommer: das eine in der Gegend von Neapel, den 26sten Julius 1805; das andere in Ostindien, den 16. Junius 1819.

Cotte, in seinem Tableau chronologique des principaux phénomènes météorologiques etc. (Journ. de Phys. 1807. Sept. pag. 161.) führt es als eine Beobachtung von Bertrand an, daſs Erdbeben häufiger im Winter, als im Sommer statt fänden. Dagegen bemerkt Seneca ***), bey Erwähnung des

---

*) Zeitung für die elegante Welt. 1813. No. 115. — Eine genauere Beschreibung der Umstände, welche dieses furchtbare Erdbeben begleiteten, findet man im 2. Bande von *Humboldt's* eben angeführter Reise.

**) Man vergleiche z. B. in dem gleich anzuführenden Tableau von *Cotte* nur die Jahre 1776 und 1777, so findet man hinreichende Belege dazu.

***) Quaest. natural. VI. 1.

Digitized by Google

Erdbebens, das zu seiner Zeit Pompeji zerstörte und Companien verwüstete, es als etwas besonderes, daſs es „hibernis diebus“ gewesen sey, und setzt hinzu: „quos vacare a tali periculo majores nostri solebant promittere.“ — Kant stimmt hinwiederum der Behauptung von Bouguer bey, daſs die stärksten und häufigsten Erdbeben in die Herbstmonate fielen *). — Capit. Smyth hingegen führt es als bemerkenswerth an, daſs dreyzehn der verheerendsten Erdbeben in Sicilien zwischen den 10. Januar und 28. März gefallen wären **). — Nach Le Gentil's Beobachtung soll Manilla in den letzten Monaten des Jahres den Erdbeben etwas weniges mehr, als zu andern Zeiten ausgesetzt seyn ***). — In Algier aber ereignen sich, wie Shaw berichtet †), die Erdbeben vorzüglich am Ende des Sommers oder im Herbst. Und Humboldt sagt ††), daſs in Neu-Andalusien und in Peru die Erdbeben zu Anfang der Regenzeit am meisten zu fürchten wären.

Schon dieser Mangel an Uebereinstimmung unter den verschiedenen Naturforschern und Beobachtern über die Jahreszeit, in welcher die meisten Erdbeben vorkommen sollen, ist ein Beweis, daſs keine darin vor der andern einen entschiedenen Vorzug habe. Vielleicht kann man höchstens sagen, daſs manche Gegenden zu gewissen Zeiten des Jahres den Erdbeben mehr, als zu andern, ausgesetzt sind; aber nicht,

---

*) *Kants* Gesch. u. Naturbeschr. des Erdbebens von 1755. Königsberg, 1756. 4. S. 30.

**) Memoirs of Sicily ff. pag. 6.

***) Voyage dans les mers de l'Inde. T. II. pag. 366.

†) Travels in Barbary. (Lond. 1757. 4.) pag. 152.

††) Voyage ff. Tom. II. pag. 6.

Digitized by Google

daſs irgend eine Jahreszeit den Erdbeben überhaupt günstiger sey, als die andere.

Eben so wenig ist ferner eine Tageszeit vor der andern durch Erdbeben ausgezeichnet.

Das Erdbeben vom 1. November 1755 ereignete sich in Lissabon Vormittags gegen 10 Uhr; das vom 5ten Februar 1783 fieng zwischen 12 und 1 Uhr Nachmittags an; bey dem von 1797 in Quito geschahen die ersten Stöſse des Morgens zwischen 7 und 8 Uhr; alsdann wieder neue um 10 Uhr und um 4 Uhr Nachmittags, und am 5ten April besonders heftige in der Nacht zwischen 2 und 3 Uhr. Das Erdbeben in Peru 1746 erfolgte Abends um 10½ Uhr. Ein anderes, ebenfalls sehr heftiges daselbst im Jahr 1687, fieng den 20sten October früh um 4 Uhr an *). Das oben erwähnte Erdbeben in Caracas nahm zwischen 4 und 5 Uhr seinen Anfang; und nach dem neuesten Ausbruch am 5. April, der um 4 Uhr Nachmittags erfolgte, waren, wie es in der angeführten Beschreibung heiſst, die Stöſse bis um 9 Uhr des Morgens so heftig und häufig, daſs zwischen denselben kaum 5 Minuten vergiengen. — Bey dem Erdbeben in Cumana von 1766 wiederholten sich die Stöſse, wie bemerkt worden ist, 14 Monate nacheinander stündlich. — Das groſse Erdbeben unter dem Kaiser Tiberius, durch welches zwölf Städte in Asien zerstört wurden, ereignete sich, dem Tacitus zufolge, in der Nacht **). — Bey einem Erdbeben im Kirchenstaate, im Sommer 1779, geschahen einige Stöſse in der Nacht, andere am Tage zu verschiedenen Zeiten ***). — Das Erdbeben am 18ten No-

---

*) Sammlung allg. Reisen. IX. Bd.

**) Tacit. Annal. II. 47.

***) Götting. Magaz — von *Lichtenberg* und *Forster* I ahrg. 2. St. S. 310 ff.

Digitized by Google

vember 1795 in England ereignete sich um 11 Uhr des Nachts *). — Diese Beyspiele können hinreichen zu zeigen, daſs weder der Anfang, noch der Fortgang der Erdbeben auf gewisse Stunden vorzugsweise falle, sondern daſs alle Tageszeiten in dieser Hinsicht einander gleich sind.

Ein anderer Gegenstand, auf welchen man hier sein Augenmerk richten kann, ist, ob kalte oder gelinde Jahre den Erdbeben am günstigsten sind.

Boeckmann bemerkt, daſs die beyden kalten Winter 1798 — 99 und 1799 — 1800 von häufigen Erdbeben und vulkanischen Ausbrüchen begleitet gewesen wären, und wirft die Frage auf, ob ein solches Zusammentreffen öfters statt gefunden habe, und auf eine Causalverbindung beyder Erscheinungen deute **). Dieſs scheint aber nicht der Fall zu seyn. Denn 1) finden die heftigsten und meisten Erdbeben in Gegenden statt, in welchen überhaupt kein eigentlicher Winter ist — in der heiſsen Zone. 2) Haben wir so viele von Erdbeben in gelinden Wintern, und von kalten Wintern ohne ausgezeichnete Erdbeben. Das groſse Erdbeben von 1755 ereignete sich nicht nur bey warmem, heiterm Wetter, sondern der ganze Winter von 1755—56, in welchem die Erdbeben fast nicht aufhörten, war ungewöhnlich gelinde, selbst bis nach Norwegen hin; so daſs man nicht abgeneigt war, diese groſse Gelindigkeit als eine Folge des Erdbebens anzusehen ***).

Eben so war auch der Winter von 1782—83 mehr ge-

*) Annal. der Phys. IV. S. 59 ff.

**) Annal. der Phys. VII. S. 29.

***) S. Beschreib. des Erdbebens, welches die Hauptstadt Lissabon und viele andere Städte etc. beschädigt hat. Mit Kpfrn. 3s St. Danzig, 1756. 4. S. 14 ff.

Digitized by Google

linde, als kalt zu nennen. Dolomieu bemerkt von ihm, er wäre sehr regenhaft gewesen; von den Monaten Februar und März aber, in denen gerade die heftigsten Stöſse erfolgten, sagt er ausdrücklich, daſs sie schön, ja sogar heiſs gewesen wären *). Der darauf folgende Winter von 1783—84 gehörte zwar unter die ausgezeichnet strengen, aber es gieng ihm der ungewöhnlich warme Sommer voraus, der also in nähere Verbindung mit den Erdbeben gesetzt werden müſste, wenn überhaupt eine solche statt gefunden hat.

Auch der Winter von 1817—18 gehört im Ganzen zu den gelinden Wintern; und in ihm ist den 20. Februar ein starkes Erdbeben in Sicilien und dem südlichen Calabrien, bey heiterm Himmel und gelinder Temperatur; deſsgleichen ein anderes den 23. Febr. in Turin, Genua u. s. w. gewesen.

Dagegen ist der Winter von 1812—13, dessen Strenge das französische Heer in Ruſsland erfuhr, ferner der von 1808—1809; und der von 1788—89 wohl durch Kälte, aber nicht durch Erdbeben ausgezeichnet gewesen. Denn wenn auch hier und da in diesen Wintern ein unbedeutendes Erdbeben statt gefunden hat, so kann man dieses nicht in eine besondere Verbindung mit der Kälte der Witterung sezzen, da dergleichen eben so gut bey gelinder Witterung vorkommen.

Ferner scheint auch die Nässe oder Trockenheit der Jahre keinen entschiedenen Einfluſs auf die Menge und Stärke der Erdbeben zu haben; denn man hat ebensowohl Beyspiele von Erdbeben in nassen, als in trocknen Jahren; und Beyspiele von trocknen, und von nassen Jahren ohne heftige Erdbeben.

*) S. *Dolomieu* a. a. O. S. 74.

Digitized by Google

Dem Erdbeben im Jahr 1755 giengen ungewöhnlich starke Regengüsse und auſserordentliche Ueberschwemmungen in der Schweiz und im obern Italien voraus. Eben so war der Herbst und Winter von 1782 und 83, die dem groſsen Erdbeben in Calabrien vorausgiengen, wie Dolomieu ausdrücklich erwähnt, sehr regenhaft und naſs. Dagegen war der Sommer von 1783 selbst sehr trocken und durch den über ganz Europa verbreiteten Nebel ausgezeichnet; gleichwohl dauerten in ihm nicht nur die Erdbeben in Italien fort, sondern es entstand auch in Frankreich, in der Gegend zwischen Besançon und Dijon, im Julius, ein Erdbeben. — Shaw bemerkt, daſs die Erdbeben in Algier fast immer einen oder zwey Tage nach einem starken Regen einfielen *). Eben so hat man, wie Sloane erzählt, in Jamaica die Meinung, daſs Erdbeben gemeiniglich auf heftige Regengüsse folgten **). Dieſs ist aber durchaus nicht als Regel anzusehen. Denn vor dem groſsen Erdbeben in Caracas hatte es, nach Humboldt's Erzählung, in fünf Monaten nicht einen Tropfen geregnet, und dem groſsen Erdbeben in Cumana von 1766 war eine Dürre von funfzehn Monaten vorangegangen. Auch das oben angeführte Erdbeben vom Jahr 1779 im Kirchenstaate erfolgte nach einer anhaltenden Dürre und bey sehr trockner Luft ***).

Dagegen giebt uns der Sommer von 1811 ein Beyspiel von sehr trockner Witterung ohne ein bedeutendes Erdbeben; so wie auf der andern Seite das Jahr 1816 sich in unseren Gegenden, im südlichen Deutschland, Italien, Frankreich

---

*) A. a. O. pag. 182.

**) *H. Sloane's* Introduct. to the hist. of Jamaica. pag. 44. — Philos. Transact. N. 209. pag. 77.

***) S. Götting. Magazin a. a. O. S. 313 u. 321.

Digitized by Google

zwar durch seine ungewöhnliche Nässe, aber nicht durch Erdbeben merkwürdig gemacht hat.

Endlich verdient noch bemerkt zu werden, dafs auch der Stand des Mondes, dem man gern so vielen Einflufs auf unsere Erde zugesteht, in keiner Verbindung mit den Erdbeben zu stehen scheint. Diefs kann man schon aus der obigen Bemerkung von Brisson abnehmen, dafs man in America Beyspiele von Erdbeben hätte, die das ganze Jahr hindurch alle Tage wiedergekommen wären. Aufserdem ergiebt es sich auch leicht aus Vergleichung verschiedener Erdbeben. Betrachten wir in dieser Rücksicht wieder die schon oben erwähnten des vorigen Jahrhunderts, so ereignete sich das von 1746 in Süd-America einige Stunden vor Eintritt des Vollmonds, wie Ulloa in seiner Reisebeschreibung ausdrücklich bemerkt *); das von 1755 den 1. Nov. zwey Tage vor dem Neumond, und in demselben Jahre den 9ten December einen Tag vor dem ersten Viertel; das von 1783 den 5. Februar, vier Tage nach dem Neumond; und am 28. März drey Tage nach dem letzten Viertel; endlich das von 1797 den 4. Febr. am Tage des ersten Viertels.

Nach allen diesen Erfahrungen also können wir keine besondern äufsern Umstände angeben, unter welchen Erdbeben vorzugsweise entstehen sollten. Sie finden ebensowohl im Sommer, als im Winter; bey Tage, wie bey Nacht; in kalten wie in gelinden Wintern; in nassen wie in trockenen Jahren, und bey jedem Alter des Mondes statt.

Dagegen ist nicht zu läugnen, dafs es innere Umstände, nämlich eine gewisse Beschaffenheit des Bodens giebt, die auf die Entstehung von Erdbeben einen entschiedenen

*) S. Samml. allg. Reisen. IX. Bd.

Digitized by Google

Einfluſs hat. Denn wir sehen, daſs gewisse Gegenden den Erdbeben viel mehr als andere ausgesetzt sind, wenn wir gleich von keiner behaupten können, daſs sie ganz davor gesichert sey.

Vornehmlich haben alle Gegenden in der Nähe feuerspeyender Berge von Erdbeben zu leiden, da vulkanische Ausbrüche gewöhnlich mit Erdbeben verbunden sind. So ist Sicilien, die Gegend um den Vesuv, Italien überhaupt, Island, die Provinz Quito, Peru und das ganze mittlere America so häufig von Erdbeben heimgesucht.

Aber auch von solchen Ländern, die fern von Vulkanen liegen, sind einige den Erdbeben mehr als andere unterworfen. Zu diesen gehören Portugall *), Spanien, England **), Ungarn Klein-Asien, Syrien ***).

Wenden wir uns zur zweyten Frage: welches sind diejenigen Erscheinungen, die den Erdbeben

---

*) Lissabon ist nicht zuerst im Jahre 1755, sondern schon früher, im Jahr 1531, ingl. 1300 von Erdbeben heimgesucht worden, und unter diesen beyden ist das erstere auch sehr heftig gewesen. Auch neuerlich — den 12. Febr. 1816 — hat man daselbst ein starkes Erdbeben empfunden, das sich durch ganz Portugall verbreitet hat, und selbst auf der See bis auf eine Entfernung von 300 Meilen von der Küste verspürt worden ist. — Monthly Magaz. April 1820. S. 213.

**) England hat im abgewichenen Jahrhundert öftere Anfälle von Erdbeben erfahren, und unter diesen haben die von 1750, 1777, 1792 und 1795 fast einerley Strich gehalten. S. Annal d. Phys. IV. S. 80.

***) Eine vollständigere, mit vieler Einsicht abgefaſste Darstellung, der durch Erdbeben und Vulkane bezeichneten Landstriche, in der alten sowohl, als in der neuen Welt, giebt *von Hoff* im II. Theil seiner „Geschichte der natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche.“

Digitized by Google

unmittelbar voranzugehen pflegen? so zeigt sich auch hierin eine groſse Verschiedenheit.

Denn was erstens die Witterung anbetrifft, so ist sie bey verschiedenen Erdbeben von sehr ungleicher Beschaffenheit gewesen: einige sind bey heiterm und stillem, andere bey dunkelm und stürmischem Wetter erfolgt; doch scheint in vielen Fällen etwas Ungewöhnliches in der Witterung statt gefunden zu haben.

Bey dem Erdbeben von 1755 in Lissabon war die Witterung daselbst den ganzen Morgen heiter und angenehm, und man spürte keinen Wind; den Tag vorher aber war die Luft mit einem röthlichen, ungesunden Nebel erfüllt. Der ganze Monat October war, wie schon oben bemerkt ist, durch die heftigsten Stürme, ungewöhnliche Regengüsse und Ueberschwemmungen in der Schweiz und im obern Italien ausgezeichnet.

Von dem Erdbeben im Jahr 1779 im Kirchenstaate berichtet Canterzani, daſs ihm ein paar Tage eine völlige Windstille vorangegangen, und der Himmel schon eine geraume Zeit vorher wie mit einer Bleyfarbe überzogen gewesen wäre, die ihn nichts Gutes hätte ahnden lassen *).

Bey dem Erdbeben in England den 18. November 1795 war die Luft den Tag vorher feucht und für die Jahreszeit ungewöhnlich warm, ja, nach einigen, schwül. Ein paar Tage vorher hatte es gedonnert und geblitzt. Den 18. selbst war den Vormittag von 8 — 1 Uhr heftiger Sturm, ein Orkan; nach diesem starker Regen bis 4 Uhr. Der Abend aber war schön und stille, und das Erdbeben erfolgte nach 11 Uhr des Nachts.

Dem Erdbeben im December 1810 im obern Italien gieng eine ungewöhnliche Witterung voraus: der ganze Winter war

*) S. Götting. Mag. a. a. O. S. 313.

Digitized by Google

bis dahin sehr gelinde; den 21. December hatte man in Augsburg ein starkes Donnerwetter; den 25. war die Witterung daselbst besonders heiter und ungewöhnlich warm; des Abends aber entstand ein orkanmäſsiger Sturm, der von Mitternacht bis 2 Uhr am heftigsten war; es fielen starke Regengüsse, und man bemerkte viele Blitze, aber ohne Donner. Zur Zeit dieses Sturms erfolgten die Erdstöſse *).

Auch bey dem Erdbeben im December 1811 im Erzgebirge fand den Vormittag eine ungewöhnliche Wärme, bey heiterm Himmel statt. Den Nachmittag zeigten sich einzelne Wolken, den Gewitterwolken ähnlich, und beym Eintritt der Nacht, vornehmlich aber nach 8 Uhr, geschahen die Erschütterungen **).

Den 29. December 1820 wurde die Insel Zante von einem sehr starken Erdbeben heimgesucht, welchem schon einige Tage vorher die heftigsten Stürme vorausgegangen waren. Die ganze Atmosphäre schien in Aufruhr, und war mit den dunkelsten Gewitterwolken erfüllt. Den 29. wurde das Toben in der Luft noch heftiger, es blitzte unaufhörlich; gegen 4 Uhr des Morgens erhob sich ein Windstoſs, der das Ende der Welt herbeyzuführen schien, sich jedoch schnell wieder beruhigte, und bald darauf erfolgten die ersten Stöſse ***).

Humboldt gedenkt eines Erdbebens in Cumana vom 4ten November 1799, das mit einer auffallenden Witterung begleitet war. Ein röthlicher Nebel — wie bey dem Erdbeben in Lissabon — erfüllte schon einige Tage vorher die Atmosphäre; selbst des Nachts war die Hitze zum Ersticken, obgleich das Thermometer nicht über 26 Centesimalgrade (= 20,8 R.) stieg; der kühle Seewind, der gewöhnlich die Luft während der

*) Annal. der Phys. XXXVII. S. 226 ff.

**) Ebendas. XLI. S. 459.

***) Journal de Phys. Juin 1821.

Digitized by Google

Nacht abkühlt, lieſs sich gar nicht spüren; der trockne Erdboden bekam überall Risse. Am 4. November gegen 2 Uhr Nachmittags thürmten sich schwarze Wolken am Gebirge auf, gegen 4 Uhr lieſs sich der Donner hören, und zugleich erfolgten zwey Erdstöſse in Zeit von 15 Secunden auf einander. Einige Minuten vor dem ersten Stoſs erhob sich ein heftiger Wind, von einem Gewitterregen in groſsen Tropfen begleitet *).

Es fehlt indessen auch nicht an Beyspielen von Erdbeben, bey welchen die Witterung nichts auſserordentliches hatte. Dolomieu bemerkt dieſs ausdrücklich von der Witterung, welche die Erdbeben von 1783 in Calabrien begleitete. Am Morgen des fürchterlichen Tages (den 5. Febr.) fiel ein kleiner Regen, und den Tag über war es heiter; auch den ganzen Februar und März hindurch, wo noch mehrere sehr starke Erschütterungen erfolgten, war die Witterung so beschaffen, wie sie es in jenen Gegenden um diese Jahreszeit zu seyn pflegt **). — Das heftige Erdbeben vom 16. Juni 1819 in Ostindien war mit keiner ungewöhnlichen Witterung verbunden. „Der Tag war regnicht und kühl gewesen, in dem Zustande der Atmosphäre zeigte sich nichts Ungewöhnliches ***).“ — Am 19. November 1822 hatte man in Chili ein so starkes Erdbeben, „bey dessen Eintritt der Himmel ganz rein war, und Mond und Sterne glänzten; und weder vor noch nach dem Stoſse änderte sich das Wetter †).“

Ein Erdbeben am 11. December 1799 im schlesischen

*) Voyage etc. Tom. 1. pag. 511 ff.

**) *Dolomieu* a. a. O. S. 74.

***) The Edinb. Philos. Journ. Vol. III. S. 120 ff. — *Froriep's* Notizen 1824. Nr. 137.

†) *Froriep's* Notizen. 1824. Nr. 142 u. 154.

Digitized by Google

Gebirge war von einem anhaltenden, doch mäſsigen, Froste begleitet. Die ganze Zeit über herrschte eine ruhige, abwechselnd helle und neblige Luft, wie es zur Winterzeit gewöhnlich ist *).

Eben so war die Witterung bey dem Erdbeben in der Nacht vom 1—2ten August. Der Himmel war zu Camenz seit 9 Uhr Abends, bey kühlem schwachen Nordwinde, ganz heiter, und die Erschütterung geschah nach 1 Uhr. Auch von Bischofswerda und Frankenthal, wo die Stöſse am heftigsten waren, wird berichtet, daſs der Himmel ganz hell und die Luft scharf kalt gewesen wäre; also keine schwüle oder gewitterhafte Luft, keine Stürme und dergleichen statt gefunden hätten **).

Das groſse Erdbeben vom 1. Nov. 1755 hat, wenigstens in Cadix, nicht merklich auf das Barometer gewirkt. „Die „Höhe des Quecksilbers, sagt Ulloa, war 28 Zoll $\frac{1}{3}$ Lin. als „die mittlere Höhe, bey schönem Wetter ***).“

Eben so änderte es damals seinen Stand in Glückstadt nicht, wo das Meer in eine ungewöhnliche Unruhe gerathen war, sondern blieb den ganzen Tag so, wie einige Tage vorher, stehen, und erst den folgenden Tag fiel es merklich †).

Bey dem weiter unten angeführten Erdbeben in Kimi-

*) Annal. der Phys. IV. S. 128.

**) Annal. der Phys. XLI. S. 460 ff. — *Humboldt* bemerkt, daſs man in Amerika zwar allgemein die Meinung hätte, als ob ein offenbarer Zusammenhang zwischen den Erdbeben und dem vorhergehenden Zustande der Atmosphäre statt fände; indessen, setzt er hinzu, sind die Angaben trüglich und ungewiſs, und man hat heftige Erdbeben auf gleiche Weise bey den verschiedensten Arten der Witterung. — S. dessen Voy. Tom. I. pag. 310.

***) Schwed. Abhandl. XVIII. Bd.

†) Gesammlete Nachrichten von dem Erdbeben der Stadt Lissa-

Digitized by Google

Lappmark fand der besondere Umstand statt, daſs das Barometer **vier Tage zuvor**, den 27. December, einen ungewöhnlich niedrigen Stand hatte — nur 23 zehntheil. Zoll $9\frac{1}{4}$ Lin. hoch. — am Tage des Erdbebens selbst aber auf 24 Zoll 7 Lin. stand.

Die vorhin erwähnten Erdbeben in der Lausitz und im Erzgebirge lieſsen weder vor, noch nachher die geringste Veränderung am Barometer wahrnehmen; erst den andern Morgen war es bey dem Letztern um 2 Linien gefallen.

Bey dem Erdbeben von 1795 in England stand das Barometer den 17. November Morgens auf 30″,23 und fiel bis den 18. Morgens bis auf 28″,63 — wo der heftige Sturm eintrat — nach diesem fieng es wieder an zu steigen, so daſs es kurz vor dem Eintritt des Erdbebens auf 28″, 8 stand.

In Schlesien hatte es bey dem Erdbeben vom 11. Dec. 1799 seinen Stand unverändert behalten — nachdem es schon seit vielen Tagen über seiner mittlern Höhe gestanden hatte, und fast täglich einige Scrupel gestiegen war — es stieg sogar den folgenden Tag noch um 1 Linie *).

Im Jahr 1810 den 14. Januar war ein Erdbeben, das durch einen Theil von Ungarn und Böhmen gieng, wobey das Barometer sich unverändert ziemlich hoch hielt: in Presburg nämlich auf 27″, 9‴,2, und in Prag auf 27″, 6‴,9. An dem letztern Orte war es von 7 Uhr Morgens bis um 5 Uhr Abends nur um 0‴,7 gefallen; und von da blieb es bis zur Zeit des Erdbebens, welches um 6 Uhr erfolgte, und während dessen unbeweglich.

Vasalli-Candi bemerkt auch, daſs das Barometer selten

bon und anderer Orte — von J. H. R. Frankfurt u. Leipzig, 1756. 4. S. 5.

*) Annal. der Phys. IV. S. 128.

Digitized by Google

vor dem Eintritt einer Erschütterung merklich falle. Bey dem Erdbeben vom 2. April 1808 im obern Italien, welches er beschreibt, stand es zu Pignerol des Morgens um 9 Uhr auf 26″ 8‴; um Mittag auf 26″ 6‴, 5; um 3 Uhr auf 26″ 4‴; und um 5 Uhr (43 Minuten vor dem ersten Stoſs) auf 26″ 10‴ nach den ersten Stöſsen aber wieder auf 26″ 6‴. Einer Beobachtung des General Menou zufolge, welche Vesalli anführt, wäre das Barometer einmal im Augenblick der Erschütterung plötzlich gefallen, und gleich darauf wieder gestiegen *).

Eine ähnliche Beobachtung, die man zu St. Domingo gemacht hat, erwähnt Humboldt. „Man hätte daselbst, sagt „er, bey dem Erdbeben von 1770 unmittelbar vor der Er„schütterung ein Wasser-Barometer um 2½ Zoll fallen sehen.“ Auſserdem aber bemerkt er, daſs die regelmäſsigen Veränderungen in dem Gange des Barometers in den Tropenländern, auch an Tagen heftiger Erderschütterungen, nicht gestört würden **).

Dieſs sind zwar nur wenige Beyspiele; doch würde es von keinem besondern Nutzen seyn, noch eine Menge anderer, die dasselbe beweisen, anzuführen.

Bisweilen hat man bey einem Erdbeben — entweder kurz vorher, oder während desselben, oder bald nachher — eine *Feuerkugel* oder sonst eine *leuchtende Erscheinung* beobachtet.

Bey dem Erdbeben von 1795 in England bemerkte ein Reisender, wie erzählt wird, daſs der Himmel von Osten nach Westen hin ein blaſsrothes Ansehen in der Nähe des Horizontes gehabt habe, und plötzlich eine leuchtende Erschei-

---

*) Journ. de Phys. LXVII Bd.

**) Voyage etc. Tom. I. pag. 311.

Digitized by Google

nung wie ein Blitz, doch von ungewöhnlicher Art, entstanden sey.

Bey dem Erdbeben von 1811 im Erzgebirge haben mehrere Personen eine horizontal sich bewegende Feuerkugel gesehen.

In den schwed. Abhandl. auf das Jahr 1759 (XXI. Bd.) wird von einem Erdbeben in Kimi-Lappmark — den 31sten December 1758 — erzählt, daſs ein Lappländer während desselben am Himmel etwas Feuriges bemerkt habe, das wie ein Blitz ausgesehen; „aber", setzt der Berichtserstatter, Pfarrer Wegelius, hinzu, „so genau ich auch Achtung gab, ob sich „etwas Besonderes am Himmel zeigen würde, so habe ich doch „nichts dergleichen wahrgenommen."

Bey dem eben erwähnten Erdbeben in Italien von 1808, wo die Erschütterungen sich bis zum 17. May täglich wiederholten, sind hier und da leuchtende Erscheinungen gesehen worden.

Von dem Erdbeben am 20. Febr. 1818 in Sicilien wurde in den Zeitungen berichtet, daſs unweit Messina sich in dem Augenblick des ersten Stoſses sieben Wassersäulen erhoben hätten, und zugleich ein feuriges Meteor entstanden wäre, das sich gleich einem Strom geschlängelt und einige Minuten hindurch die Gegend erleuchtet hätte *).

Auch bey dem vorhin erwähnten Erdbeben in Zante erblickte man, 3 oder 4 Minuten vor den ersten Stöſsen, in einer Entfernung von zwey (vermuthlich italienischen) Meilen von dem Vorgebirge Gerace, ein leuchtendes Meteor, das auf dem Meere zu schwimmen schien, und 5 bis 6 Minuten dauerte.

---

*) Allgem. Zeitung, 1818. Nr. 92.

Digitized by Google

Das furchtbare Erdbeben in Cumana — am 14. December 1797 — war, wie Humboldt erzählt *), auch dadurch ausgezeichnet, daſs man kurz vor dem Anfang desselben am Ufer des Manzanares Flammen hervorbrechen sah.

Bey dem Erdbeben im südlichen Deutschland und obern Italien, im Jahr 1810 den 25. December Abends, wurde bald nachher — den 26. Dec. früh zwischen 5 u. 6 Uhr — in Franken eine Art von Feuersäule von ungeheuerer Gröſse wahrgenommen, die mit einem heftigen Knall zerplatzte **).

Hingegen hat man bey vielen andern Erdbeben nichts von der Art wahrgenommen.

Dolomieu sagt von dem Erdbeben in Calabrien: „Aller „Nachfragen ohngeachtet habe ich doch in keiner Erzählung „von besondern Umständen irgend eine Spur von jenen elek„trischen Erscheinungen entdecken können, die man in ver„schiedenen Berichten angiebt; keinen elektrischen Funken, „keine Entbindung von elektrischer Flüssigkeit u. s. w. ***).“

Noch verdient bemerkt zu werden, daſs man bey manchem Erdbeben, einige Zeit vor dem Ausbruche desselben, *eine gewisse Unruhe und Aengstlichkeit an verschiedenen Thieren*, besonders Hausthieren, wahrgenommen hat.

„Das Ahndungsvermögen der Thiere bey Annäherung der „Erdbeben, sagt Dolomieu, ist ein sonderbares Phänomen, „worüber wir uns um desto mehr zu verwundern Ursache ha„ben, da wir nicht wissen, durch welchen Sinn sie es erhal„ten. Es äuſsert sich an allen Thierarten, vorzüglich aber an „den Hunden, Gänsen und am Hofgeflügel. Auf den Straſsen

*) Voyage ff. Tom. I. pag. 308.

**) Annal. der Phys. XXXVII. S. 229 ff.

***) Dolomieu a. a. O. S. 73.

Digitized by Google

„von Messina heulten die Hunde so heftig, daſs Befehl gegeben „wurde, sie todt zu schlagen *).“

So bemerkt auch Humboldt, daſs in Amerika diejenigen, die sich am meisten vor Erdbeben fürchteten, vornehmlich auf die Bewegungen der Hunde, Ziegen und Schweine Acht hätten. Die letztern, die einen besonders feinen Geruch haben und gewohnt sind in der Erde zu wühlen, kündigen die nahe Gefahr durch ihre Unruhe und ihr Geschrey an **).

In den Nachrichten von dem Erdbeben in Schlesien — den 11. Dec. 1799 — heiſst es: „Kurz vorher will man hier „an einigen Katzen eine ungewöhnliche Unruhe bemerkt haben ***).

Bey dem Erdbeben im Erzgebirge 1811 geriethen die Thiere *während desselben* in Unruhe, und die Hunde heulten.

Auch auf Menschen wirken Erdbeben bisweilen beängstigend. Ulloa erzählt, daſs eine Stunde vor dem Erdbeben (am 1. November 1755) in Cadix, wo er gegenwärtig gewesen, sich fast alle Einwohner über eine besondere Uebelkeit und Schwindel beklagt, und Kopfschmerzen, Gemüthsunruhe und Reiſsen im Leibe empfunden hätten — welche Uebel auch während des ersten Tages des Erdbebens angehalten hätten †).

Dasselbe wird von den Einwohnern von Gibraltar, bey demselben Erdbeben erzählt ††).

Der Verfasser der Nachricht von dem Erdbeben in Ostin-

*) Dolomieu a. a. O. S. 4.

**) Voyage etc. Tom. I. pag. 308.

***) Annal. der Phys. IV. S. 128.

†) Schwed. Abh. XVIII. Bd. S. 130.

††) Beschreib. des Erdb. welches Lissabon beschädigt hat, u. s. w. 2. St. S. 57.

Digitized by Google

dien (am 16. Juni 1819) in Froriep's Notizen sagt von sich: „Nach dem Nachlassen des ersten Stoſses empfand ich eine „an Agonie gränzende Furcht, ein gewaltiges Herzdrücken, „verbunden mit einer Art von Angst, die den Athem ver„setzte, Schwäche in den Beinen u. s. w." — und eine ähnliche Wirkung hatte das Erdbeben auch auf andere Leute *).

Von dem Erdbeben in England 1795 wird ebenfalls angemerkt, daſs schwächliche Personen eine Unruhe und ein Miſsbehagen wie bey Gewittern empfunden hätten **); und ein glaubwürdiger Mann versicherte den Verfasser, bey dem eben erwähnten Erdbeben im Erzgebirge, bey welchem er zugegen gewesen, leichte Anwandlungen von Uebelkeit, bald nachdem es vorbey gewesen, empfunden zu haben.

Es fehlt aber auch nicht an Beyspielen von Erdbeben, die sich durch kein bemerkbares Zeichen an Menschen oder Thieren angekündigt haben. Das starke Erdbeben vom 26. Juli 1805 in Neapel gehört zu diesen. In einer aus neapolitanischen Zeitungsblättern genommenen Nachricht davon heiſst es ausdrücklich: „Unter den Hunden und Vögeln, welche „sonst vor dem Ausbruche eines Erdbebens unruhig zu wer„den pflegen, spürte man dieſsmal keine ungewöhnlichen Be„wegungen ***)."

Alles zusammen genommen also, was sich von den Erscheinungen, welche den Erdbeben vorausgehen, sagen läſst, ergiebt sich, daſs nichts Beständiges und Zuverläſsiges darin statt findet. Es giebt kein Merkmal, welches als ein sichres Vorzeichen eines herannahenden Erdbebens gelten könnte. Denn was man etwa in dem Charakter der

*) The Edinb. Philos. Journ. Vol. III. pag. 120 ff.

**) Annal. der Phys. IV. S. 64.

***) Magazin der Naturk. von J. H. Voigt. X. Bd. S. 469.

Digitized by Google

Witterung, oder in dem Stand des Barometers, oder in dem Erscheinen feuriger Meteore, oder in dem Verhalten der Thiere und in dem Befinden der Menschen als ein solches Vorzeichen ansehen möchte — wie oft findet es nicht auch statt, ohne daſs ein Erdbeben darauf erfolgt! und wie viele Erdbeben ereignen sich nicht, ohne daſs diese Merkmale ihnen vorausgehen!

Betrachten wir ferner diejenigen Erscheinungen, von welchen der Ausbruch des Erdbebens selbst begleitet zu seyn pflegt, so finden wir auch in diesen bey verschiedenen Erdbeben noch mancherley Verschiedenheiten.

Einige sind unter einem heftigen Sturm entstanden, andere bey ruhiger Luft. Bey dem Erdbeben in Italien im Jahr 1783 fand der merkwürdige Umstand statt, daſs es in Messina mit dem heftigsten Orkan und einem ganz umwölkten, finstern Himmel verbunden war, während es in Calabrien bey heiterer und ruhiger Luft eintrat.

Fast dasselbe geschah bey dem Erdbeben von 1755: Während es in Lissabon unter einem furchtbaren Sturmwinde losbrach, herrschte in Cadix, wo die Erdstöſse sehr stark waren, ein stilles Wetter.

Auf Amboina, das den Erdbeben häufig ausgesetzt ist, war im Jahr 1780 ein Erdbeben von einem Orkan begleitet, der beynahe drey Tage nachher noch anhielt *).

Im Jahr 1810 den 25. Dec. wüthete durch ganz Deutschland, die Niederlande, bis nach Dänemark hin ein ungewöhnlicher Sturm, während im nördlichen Italien und südlichen Deutschland heftige Erdstöſse erfolgten.

Bey dem Erdbeben in England im Jahr 1795 fand, wie

*) Annal. der Phys. XXX. S. 192.

Digitized by Google

schon oben gesagt ist, den Vormittag ein heftiger Sturmwind statt, des Abends aber, und zur Zeit des Erdbebens selbst, um 11 Uhr des Nachts, war die Luft völlig stille.

Die schon mehrmals erwähnten Erdbeben von 1779 im Kirchenstaate, von 1811 im Erzgebirge, von 1810 den 14ten Januar in Ungarn und Böhmen, und von 1818 den 20. Febr. in Sicilien erfolgten bey stillem Wetter; und bey dem Erdbeben von 1812 in der Lausitz gieng zwar die Luft, wie es heiſst, scharf kalt, aber es war kein Sturmwetter, sondern der Himmel ganz heiter.

Darin stimmen die meisten Erdbeben überein, daſs unmittelbar vor den ersten Stöſsen sich ein *unterirdisches Getöse*, wie das Rollen des Donners oder das Rasseln eines Wagens hören läſst; nur ist es an Stärke und Dauer bey verschiedenen Erdbeben verschieden. Man kann es als den Anfang des Ausbruchs selbst betrachten. — Doch ist die Stärke desselben, wie Humboldt erinnert, nicht immer im Verhältniſs mit der Heftigkeit der Erschütterungen. — Ja in Quito, in Caracas, auf den Antillen hat man ein solches Getöse, wie von grobem Geschütz, gehört, *lange nachdem die Stöſse vorbey waren*; und in andern Fällen hat das unterirdische Getöse Monate lang gedauert, *ohne daſs eine Erschütterung erfolgt ist* *).

Das eigenthümliche Merkmal eines Erdbebens aber ist die *Erschütterung des Erdbodens*. In diesem Erzittern, Erbeben, Schwanken des Erdbodens besteht eigentlich die Erscheinung eines Erdbebens. In der Stärke und Dauer dieser Bewegung aber findet bey verschiedenen Erdbeben noch eine groſse Verschiedenheit statt, und sie wird daher nicht immer

*) Voyage etc. Tom. I. pag. 313. Tom II. pag. 18.

Digitized by Google

auf einerley Art empfunden. Bey einigen Erdbeben scheint sie in horizontalen, wellenartigen Schwingungen, bey andern in aufwärts wirkenden Stöſsen, und wieder bey andern in einer hin und her gehenden, rüttelnden Bewegung zu bestehen. Niemals dauert die Erschütterung lange ununterbrochen fort; in wenigen Minuten, oft schon in einigen Secunden ist sie vorüber. Bey dem Erdbeben von Lissabon geschahen die stärksten und zerstörendsten Stöſse in Zeit von fünf Minuten; und bey dem Erdbeben von Calabrien, 1783, waren zwey Minuten hinreichend, eine Menge von Städten zu zerstören, und unter ihren Trümmern mehr als 20000 Menschen zu begraben.

Von der Stärke und Dauer der Erschütterung hängt, wie natürlich, auch die Gröſse der Wirkung ab. In vielen Fällen gehen Erdbeben ohne Schaden vorüber, in andern richten sie die furchtbarsten und schrecklichsten Verwüstungen und Zerstörungen an.

Bey manchem Erdbeben will man F e u e r a u s d e m B o d e n hervorbrechen gesehen haben; doch ist dies nur selten, und nur bey den heftigsten Erdbeben der Fall. So soll es z. B. bey dem Erdbeben von Lissabon geschehen seyn. Allein nach andern kam das Feuer in der Stadt nicht aus der Erde, sondern aus dem zusammenstürzenden Häusern; indem es gerade die Zeit war, da in den meisten Küchen Feuer brannte. Auch haben Bösewichter sogar geflissentlich Feuer zu verbreiten gesucht, um bey der dadurch entstehenden Verwirrung desto besser rauben und plündern zu können. — Dagegen führt HUMBOLDT an *), daſs damals sieben Meilen von der Stadt, bey Colares, Flammen und eine dicke Rauchsäule, die mehrere Tage gedauert hätte, aus der Erde hervorgebrochen wären.

---

*) Voyage etc. Tom. I. pag. 312.

Digitized by Google

Während des Erdbebens in Quito 1797 entzündete sich der See Quirotoa, und seine Dämpfe erstickten die Heerden, die nicht weit vom Ufer weideten *).

In den oben angeführten Nachrichten von dem Erdbeben in Ostindien — im Jahr 1819 — wird ausdrücklich bemerkt, daſs man an mehreren Orten Feuer aus der Erde hätte hervorbrechen sehen.

Bey einigen andern Erdbeben hat man, wo nicht Feuer aus der Erde hervorbrechen, doch ein plötzliches Leuchten, oder eine blitzähnliche Erscheinung gesehen. Dergleichen wollen mehrere Personen bey dem Erdbeben in England 1795 bemerkt haben, indeſs viele andere nichts davon gewahr worden sind **). Eben so ist es bey dem Erdbeben 1779 im Kirchenstaate gewesen. Canterzani sagt, er habe weder Flammen in der Luft, noch entbrannte Dünste aus der Erde steigen sehen. „Doch, setzt er hinzu, andere haben dergleichen an gewissen Orten bemerkt, und man hat eine Art von Dunst verspürt, welcher ins Gesicht schlug, und denen, die auf der Straſse waren, die Füſse verhüllte ***).“ Hieher gehört auch das, was schon oben von leuchtenden Erscheinungen während des Erdbebens selbst gesagt worden ist.

Aber nicht blos Feuer, sondern auch Wasser wird bisweilen durch ein Erdbeben aus der Erde hervorgetrieben. Bey dem Erdbeben in Cumana von 1766 öffnete sich, wie Humboldt erzählt, der Erdboden an mehrern Stellen, und spie ein schweflichtes Wasser aus.

Das Erdbeben von 1819 in Ostindien zeichnete sich auch dadurch aus, daſs die Flüsse sich bis an den Rand ihrer Betten

*) Annal. der Phys. VI. S. 74.

**) Ebend. IV. S. 72 und 76.

***) Götting. Mag. a. a. O. S. 313.

Digitized by Google

mit Wasser füllten, die Brunnen überflossen, viele zusammenstürzten, und an vielen Stellen ein 12 — 20 Fuſs im Durchmesser haltender Wasserstrahl beträchtlich hoch aus der Erde hervorsprützte *).

Von den Erdbeben, die im Anfange des Jahres 1824 in Böhmen und den benachbarten Ländern empfunden wurden, berichtet der Professor Hallaschka in Prag, daſs sie unter andern die Wirkung hatten, daſs Quellen, welche jahrelang versiegt waren, plötzlich wasserreich wurden, und, der trocknen Witterung ungeachtet, Bäche und Flüsse anschwollen **).

Ueberhaupt gerathen Quellen, Flüsse und Seeen bey starken Erdbeben leicht in Unruhe. Bey dem Erdbeben in Lissabon blieben die mineralischen Quellen in Töplitz plötzlich aus, kehrten aber bald mit gröſsrer Stärke zurück, so daſs die Bewohner daselbst ein Te Deum laudamus sangen, während Kant bemerkt, die Einwohner von Lissabon ganz andere Töne anstimmten ***).

In einigen Fällen hat man auch wohl einen besondern Geruch, den man als schwefelartig bezeichnet, bey Erdbeben wahrgenommen; z. B. bey dem eben erwähnten Erdbeben im Kirchenstaate 1779; ferner bey dem Erdbeben am 11. Dec. 1799 in Schlesien. — Humboldt bemerkt, daſs man bey dem Erdbeben am 11. Dec. 1797 in Cumana an einer Stelle, wo das unterirdische Getöse am ärgsten war, einen starken Geruch nach Schwefel empfunden hätte †).

Von dem schon oft erwähnten Erdbeben 1795 in England verdient noch angemerkt zu werden, daſs Bergleute in den

---

*) S. die oben von diesem Erdbeben angeführten Schriften.
**) *Kastner's* Archiv der Naturlehre. I. Bd. S. 320 ff.
***) a. *Kant* a. O. S. 11.
†) Voyage etc. Tom. I. S. 308.

Digitized by Google

Bergwerken durch einen *plötzlich entstehenden Wind*, der mit dem Getöse des Erdbebens verbunden war, und unbezweifelt *vom Tage in die Schächte herabkam*, erschreckt wurden. Diejenigen Arbeiter hingegen, die sich in beträchtlich tiefern Theilen desselben Bergwerks befanden, spürten nichts von dem Winde, und das Getöse schien ihnen *über ihnen* hinzugehen *).

Was endlich diejenigen Erscheinungen betrifft, welche *nach einem* Erdbeben statt finden sollen, so giebt es, wenn man von den unmittelbaren Folgen seiner zerstörenden Wirkungen absieht, keine, die man als *gewöhnliche* Nachfolgen desselben betrachten könnte.

Bisweilen haben Erdbeben, wie es scheint, einen Einfluſs auf die nachfolgende Witterung gehabt.

Sehr starke Erdbeben, wie die von 1755, 1783, 1797, sollen den Character der Witterung auf mehrere Jahre nachher ganz verändert haben. So führt Cotte an, daſs den Beobachtungen von Richard zufolge, nach dem Erdbeben von 1755 die Orkane, Stürme, Gewitter viel häufiger als vorher gewesen wären; er selbst ist geneigt, die merkwürdige Witterung des Sommers von 1783 als eine Folge der Erdbeben in Calabrien zu betrachten **). Pfaff bemerkt von den letztern, daſs sie eine Reihe von strengen Wintern zur Folge gehabt hätten, wie sie vorher nicht auf einander gefolgt wären ***); und Humboldt sagt von dem Erdbeben von 1797 in Quito, daſs es die Temperatur der Luft daselbst so geändert hätte, daſs das Thermometer gewöhnlich zwischen 4 und

*) Annal. der Phys. IV. S. 64 ff.

**) Journal de Phys. LXV. pag. 164.

***) Ueber die strengen Winter; 2. Abth. S. 126.

Digitized by Google

10 Grad Reaum. ſtände und ſelten auf 16 oder 17 ſtiege; da Bouguer es beſtändig auf 15 oder 16 geſehen *). Auch nach dem Erdbeben in Zante hat man bemerkt, daſs das Thermometer im Februar nur auf 25° Far. ſtand, da es im Januar auf 65° geſtanden hatte. Es bleibt indeſſen zweifelhaft, ob dieſe entferntern Erſcheinungen wirklich eine Folge der Erdbeben geweſen ſind.

In andern Fällen aber, wo die Wirkung näher lag, ſcheint ſie mit gröſserm Rechte von dem Erdbeben abgeleitet werden zu können.

Nach dem Erdbeben in England 1795 wurde die Luft plötzlich ſo abgekühlt, daſs den Morgen darauf alles mit Schnèe bedeckt war. — Bey dem eben erwähnten Erdbeben in Zante ergoſs ſich der Regen in Strömen, anfangs mit kleinerm Hagel vermiſcht, bald aber mit ſolchen Eismaſſen, daſs ſich Stücke von zehn Unzen, ja, wie man verſichert, von zwey Pfund darunter fanden.

Manche Erdbeben ſcheinen auf den elektriſchen Zuſtand der Atmoſphäre Einfluſs zu haben.

Vasalli bemerkt, in der oben angeführten Beſchreibung, daſs die Elektrizität im Augenblick der Erſchütterung ſelbſt gewöhnlich ſo ſtark war, daſs ſie durch die aufgeſtellten Elektrometer nicht gemeſſen werden konnte, indem die Kügelchen an die Wände anſchlugen; einige Stunden nachher aber wäre ſie ſchwach und poſitiv geweſen.

Auch der Prof. Grimm in Breslau beobachtete bey dem Erdbeben vom 11. Dec. 1799, daſs ſeine Elektriſirmaſchine, die vor dem Erdbeben ſehr wirkſam geweſen wäre, ſich nach demſelben, auffallend ſchwach gezeigt, und erſt am

*) Neue Berliner Monatsſchrift. X. Bd. S. 68.

vierten Tage darnach ihre vorige Wirksamkeit wieder erlangt hätte. Sonst wäre gerade keine besondere Veränderung in der Witterung zu bemerken gewesen *). Das letztere ist wohl bey den meisten Erdbeben der Fall.

Sehr merkwürdig ist die Beobachtung von Humboldt, daſs nach dem Erdbeben in Cumana 1799, die Neigung der Magnetnadel daselbst sich beynahe um einen Centesimalgrad verminderte. Vor dem Erdbeben war sie 43, 65; nach demselben 42, 80 Grad **). Aehnliche Beobachtungen über den Einfluſs der Erdbeben auf die Magnetnadel, die allerdings sehr wünschenswerth wären, sind dem Verfasser nicht bekannt.

Als eine Folge eines Erdbebens könnte man vielleicht eine gewisse Disposition in dem Boden zu einem neuen Erdbeben betrachten. Denn so wie selten ein Erdbeben durch eine einzelne Erschütterung beendigt ist — gewöhnlich folgen 2 bis 3 Stöſse in verschiedenen Pausen auf einander — so zieht oft ein Erdbeben mehrere andere nach sich. Dieſs ist der Fall bey allen groſsen Erdbeben gewesen. Das Erdbeben vom 1. Nov. 1755 hatte eine ganze Reihe von Erdbeben bis in den März des nächsten Jahres zur Folge, unter denen mehrere wieder sehr heftig waren.

Nach dem Erdbeben vom 5. Februar 1783 in Calabrien hörten die Erschütterungen das ganze Jahr nicht auf, und selbst noch im Februar und März 1784 versichert Dolomieu dergleichen verspürt zu haben.

Das Erdbeben von 1797 in Süd-America nahm den 4ten Febr. um 7 Uhr 45 Minuten Morgens seinen Anfang; um

*) Annal. der Phys. IV. S. 128.

**) Voyage etc. Tom. I. pag. 515 ff.

Digitized by Google

10 Uhr Morgens und um 4 Uhr Nachmittags erfolgten schon 2 neue heftige Erschütterungen; darauf dauerten die schwächern Erdbeben den ganzen Februar und März hindurch, und am 5. April traten wieder so starke Stöſse ein, daſs diese allein Städte und Dörfer würden umgestürzt haben *).

Vor dem Erdbeben im Jahr 1812 in Caracas ist schon oben erzählt, daſs die Erschütterungen vom März bis in den December alle Tage zu wiederholtenmalen statt fanden; und noch auffallender ist in dieser Hinsicht das oben angeführte Erdbeben von 1766 in Cumana, nach welchem sich die Stöſse 14 Monate nacheinander stündlich erneuerten.

Aber auch bey Erdbeben von geringerer Stärke geschieht oft etwas ähnliches: Bey dem Erdbeben von 1779 im Kirchenstaate war der 1. und 4. Junius, ingleichen der 14. Julius durch stärkere Stöſse ausgezeichnet. „Auſser diesen starken „Erschütterungen, sagt Canterzani, haben sich eine groſse „Anzahl geringerer sowohl bey Tage als bey Nacht spüren „lassen **).“

In manchen Fällen gehen auch der heftigsten Erschütterung mehrere schwächere voran, gleichsam als bereitete sich das Erdbeben durch kleinere Versuche zu seiner Hauptwirkung vor. „Es ist in Cumana, sagt Humboldt, eine allgemein „angenommene Meinung, daſs die zerstörendsten Erdbeben „sich durch ganz schwache Stöſse ankündigen, und durch „ein murmelndes Getöse, das von Leuten, die an diese Art „von Erscheinungen gewöhnt sind, nicht verkannt wird ***).“

Vergleichen wir also alles, was sich von den Erscheinungen, welche den Erdbeben vorausgehen, oder sie beglei-

---

*) Annal. der Phys. VI. S. 71.

**) Götting. Magazin a. a. O. S. 311.

***) Voyage etc. Tom. I. pag. 308.

Digitized by Google

ten, oder ihnen nachfolgen, mit Sicherheit sagen läſst, so zeigt sich, daſs in ihnen nichts Gleichförmiges und Beständiges angetroffen werde, sondern daſs sie bey verschiedenen Erdbeben sehr verschieden sind, und folglich keine als ein charakteristisches Merkmal derselben aufgestellt werden könne — die Erschütterung des Erdbodens allein ausgenommen, von welcher die Erscheinung selbst ihre Benennung hat.

Dieser Umstand aber macht die Erklärung der Erdbeben so schwierig; wir haben zu wenig bestimmte Merkmale, aus denen die Erscheinung erkannt werden kann; denn eine bloſse Erschütterung des Erdbodens könnte auf mehr als eine Weise hervorgebracht werden; und es ist in der That die Frage, ob alle Erdbeben auf einerley Art entstehen. Die groſse Gewalt, die immer dazu erforderlich ist, eine, wenn auch nur kleine Strecke des Erdbodens zu erschüttern, und die ungeheure Wirkung, die bisweilen durch Erdbeben in ganzen Ländern und Welttheilen hervorgebracht wird, macht, daſs man hier nur an die wirksamsten Kräfte der Natur denken kann.

Es ist daher nicht zu verwundern, daſs man die Elektrizität, die seit der Mitte des abgewichenen Jahrhunderts die Aufmerksamkeit der Physiker in hohem Grade auf sich gezogen, die man als das furchtbare Erzeugniſs der Gewitter und als eines der kräftigsten und zerstörendsten Mittel in der Natur kennen gelernt, und durch die man eine zeitlang die verschiedensten Erscheinungen zu erklären versucht hat*), auch als die Ursache der Erdbeben hat ansehen wollen.

---

*) Man vergl. *G. Ch. Lichtenbergs* physiol. und mathemat. Schriften — herausgegeben von *L. Ch. Lichtenberg* und *F. Kries.* I Bd. S. 471.

Digitized by Google

Allerdings liegt in der Erscheinung der Erdbeben mehreres, was auf den Gedanken an Elektrizität führen kann. Denn

1) hat das unterirdische Getöse eine Aehnlichkeit mit dem Rollen des Donners;

2) sind Erschütterungen und Zerstörungen der Körper Wirkungen, dergleichen auch durch starke elektrische Schläge oder durch den Blitz hervorgebracht werden können;

3) hat die Schnelligkeit, mit der sich die Erschütterungen, oft über beträchtliche Erdstriche, verbreiten, eine Aehnlichkeit mit der schnellen Fortpflanzung der elektrischen Materie durch die Körper;

4) ist der Zustand der Atmosphäre vor und nach einem Erdbeben bisweilen dem Zustande derselben vor und nach einem Gewitter ähnlich — ja es sind wohl selbst Gewitter den Erdbeben vorangegangen;

5) endlich könnte man auch wohl den schweflichten Geruch, den man bey einigen Erdbeben bemerkt hat, mit dem Geruch, welchen das Einschlagen des Blitzes nicht selten verursacht, vergleichen.

Ob indessen diese Aehnlichkeiten wirklich hinreichen, die Elektrizität für die Ursache der Erdbeben anzusehen, ist eine andere Frage.

Denn was 1) das unterirdische Getöse anbetrifft, so kann man um so weniger behaupten, daſs es eine Wirkung der Elektrizität sey, je weniger erwiesen ist, daſs der Donner durch den Blitz hervorgebracht werde. Es ist gewiſs ein sehr sinnreicher Gedanke von de Luc, welchem auch Lichtenberg beystimmt, daſs Blitz und Donner nicht subordinirte, sondern coordinirte Wirkungen einer gemeinschaftlichen Ursache — irgend eines chemischen Prozesses in

Digitized by Google

der Luft — sind *). Wir sehen nur deſswegen den Blitz eher, als wir den Donner hören, weil das Licht sich ohne Vergleich schneller als der Schall fortpflanzt. Soll also das unterirdische Getöse eine ähnliche Entstehung, wie der Donner haben, so wird man es gerade nicht von der Elektrizität, sondern von irgend einem chemischen Prozeſs — einer Luftzersetzung im Innern der Erde — herleiten müssen.

Gesetzt aber auch, daſs der Blitz selbst den Donner hervorbringt — indem er aus der Wolke durch eine beträchtliche Luftstrecke in die Erde fährt — so sind doch die Umstände, unter denen sich eine Gewitterwolke in der Luft befindet, von denen, welche innerhalb der Erde statt finden, zu sehr verschieden, als daſs das donnerähnliche Getöse bey dem Erdbeben ein wirklicher Donner, das ist, eine Wirkung eines unterirdischen Blitzes, und das ganze Erdbeben ein unterirdisches Gewitter — wofür es manche Naturforscher haben ansehen wollen — seyn könnte. Die Gewitterwolke befindet sich mitten in der isolirenden, durch eine sehr starke Luftschicht von dem leitenden Erdkörper getrennt; hingegen ist die Luft im Innern der Erde von allen Seiten durch die leitenden Wände der Höhlen, eingeschlossen, welche die sich etwa erzeugende Elektrizität sogleich zerstreuen, und dem Blitze keine groſse Luftschicht zu durchbrechen gestatten. Hierzu kommt, daſs, wenn der Donner durch den Blitz hervorgebracht wird, er demselben nothwendigerweise nachfolgen muſs; das Getöse bey dem Erdbeben aber der Er-

*) *De Luc's* siebender Brief an *de la Metherie* in *Roziers* Observat. sur la Phys. 1790. Août. §. 23. und hieraus übers. in *Grens* Journ. der Phys. Bd. IV. S. 287.

Lichtenbergs physical. und math. Schr. I. Bd. S. 478.

Digitized by Google

schütterung des Bodens, die man doch wohl als die eigentliche Wirkung des unterirdischen Blitzes ansehen müſste, in den meisten Fällen ganz oder zum Theil vorangeht.

Dieser letztere Umstand ist auch ein Beweis, daſs man nicht einmal annehmen könnte, die unterirdische Elektrizität würde, wie Blitz und Donner nach der eben angeführten Hypothese von de Luc, durch einerley Ursache mit dem unterirdischen Getöse erzeugt — denn alsdann müſste die Erschütterung mit dem Getöse zugleich entstehen, welches gewöhnlich nicht der Fall ist. Weit entfernt also, daſs das unterirdische Getöse der Erdbeben ein Zeichen der Elektrizität dieser Erscheinung seyn sollte, kann es eher als ein Beweis dagegen angesehen werden.

Was den zweyten Punkt anbetrifft, so ist zwar wahr, daſs starke elektrische Schläge Erschütterungen in einem Körper hervorbringen können, und daſs es daher wohl möglich wäre, daſs auch der Erdboden dadurch erschüttert und bewegt werden könnte — obwohl keine bestimmten Erfahrungen lehren, daſs das Einschlagen des Blitzes in den Erdboden eine Erschütterung desselben hervorbringe; es wird nur die Luft, und durch sie werden die in ihr befindlichen Gegenstände erschüttert; — allein jeder hinlänglich starke Stoſs gegen die Erdfläche bringt dieselbe Wirkung hervor: das Auffliegen einer Pulvermine; das Herabfallen eines Felsens, einer Lawine und dergl. — folglich läſst sich aus der Erschütterung allein nicht auf die elektrische Ursache derselben schlieſsen. Ein anderes wäre es, wenn die Erschütterungen durch Elektrizität einen eigenthümlichen Charakter hätten, der sich auch bey den Erdbeben deutlich zu erkennen gäbe; dieses ist jedoch nicht der Fall.

Soll aber drittens die schnelle Fortpflanzung der Er-

Digitized by Google

schütterung über beträchtliche Erdstriche ein Beweis einer elektrischen Wirkung seyn, so fragen wir: auf welche Art soll hierbey die Elektrizität wirken? Soll sie an irgend einer Stelle, dem eigentlichen Heerd des Erdbebens, losbrechen, und durch ihre gewaltsame Wirkung dem Erdboden einen so kräftigen Stoſs ertheilen, daſs sich die Erschütterung bis zu entfernten Gegenden mechanisch fortpflanzt? Allerdings kann sich ein Stoſs durch feste Körper mit groſser Schnelligkeit und auf beträchtliche Weiten fortpflanzen; aber was hätte bey dieser Art der Wirkung die Elektrizität vor jeder andern Kraft voraus, die einen hinreichend starken Stoſs auf das Erdreich mechanisch hervorzubringen vermag? Gerade die mechanische Fortpflanzung auf so groſse Entfernungen schien so unglaublich, daſs man eine andere Art der Mittheilung anzunehmen für nöthig hielt.

Es soll also wohl die elektrische Materie selbst seyn, die sich von dem Orte der Entstehung des Erdbebens durch den Erdboden verbreitet, und da wo sie durchströmt, die Erschütterung hervorbringt?

Einer solchen Annahme treten indessen andere Schwierigkeiten in den Weg, die nicht minder bedenklich sind.

So groſs man nämlich auch die Menge elektrischer Materie, die sich an dem Orte der Entstehung des Erdbebens entwickeln soll, annehmen mag, so ist nicht abzusehen, warum sich diese nicht sogleich in die benachbarten Theile des Erdkörpers vertheilen sollte, da der Erdkörper ja das groſse Behältniſs aller elektrischen Materie, und durchaus als leitend anzusehen ist. Warum sollte sie also ihren Weg nur nach *einer* Richtung, und zwar bis zu einer so beträchtlichen Entfernung nehmen?

Man müſste also annehmen, entweder daſs in der Richtung, nach welcher sie sich fortpflanzte, *vorzüglich lei-*

Digitized by Google

tende Stoffe lägen — und welches sollten dieſe seyn? — oder daſs ein besonderer elektriſcher Zustand der Erde an dieſen Orten die elektriſche Materie beſtimmte, gerade dorthin zu ſtrömen. Keines von beyden iſt ſehr wahrſcheinlich. Denn wenn gleich nicht alle Stoffe in dem Innern der Erde die Elektrizität gleich gut fortleiten, ſo kann man doch nicht behaupten, daſs gerade die beſſern Leiter ſich in ſo groſsen Strecken zuſammen vereinigt befänden, daſs ſie eine vorzügliche Leitung der Elektrizität ausmachten, und daſs dieſes eben die Richtung wäre, in welcher ſich ein Erdbeben verbreitet. Auf der andern Seite iſt das Innere der Erde gerade der Ort, wo ſonſt die Elektrizität ſich ins Gleichgewicht ſetzt, und daher die elektriſchen Wirkungen aufhören. Wenn alſo auch einmal an irgend einer Stelle in dem Innern der Erde ſolche Umſtände zuſammenträfen, daſs das elektriſche Gleichgewicht daſelbſt geſtört würde, ſo müſste die ganze Maſſe des umgebenden Erdreichs dahin wirken, das Gleichgewicht wieder herzuſtellen. Es iſt daher kaum denkbar, daſs ein ſolcher auſserordentlicher Zuſtand eines geſtörten elektriſchen Gleichgewichts ſich ſehr weit erſtrecken könnte. Iſt dieſes aber nicht, ſo kann auch der elektriſche Schlag oder die elektriſche Exploſion nicht weit gehen.

Man gewinnt alſo in der That durch die Annahme der Elektrizität nichts zur Erklärung der ſchnellen und oft ſehr weit gehenden Fortpflanzung der Erdbeben.

Wenn man ferner bisweilen beobachtet hat, daſs eine ſchwüle, Gewitter ſchwangere Luft einem Erdbeben vorangegangen iſt, ſo läſst ſich daraus noch nicht ſchlieſsen, daſs Elektrizität die Urſache der Erdbeben ſey; denn wie viele Erdbeben finden nicht ſtatt, ohne daſs eine ſolche Schwüle

Digitized by Google

ihnen vorangeht! und noch häufiger ist die Luft in hohem Grade schwül und gleichsam angefüllt mit Gewittern, ohne daſs ein Erdbeben erfolgte. Es könnte also wohl seyn, daſs jene Verbindung einer schwülen Luft und eines Erdbebens nur zufällig wäre; oder, was noch wahrscheinlicher ist, daſs eben diejenigen Ursachen, welche die Entstehung eines Erdbebens veranlassen, auch bisweilen so auf die Atmosphäre wirken, daſs eine solche Schwüle in ihr entsteht. Denn daſs die Schwüle der Atmosphäre nicht unmittelbar mit dem Erdbeben zusammenhängt, scheint schon daraus hervorzugehen, daſs sie gemeiniglich einen oder ein paar Tage vor demselben vorausgeht, und zur Zeit des Ausbruchs selbst nicht mehr statt findet.

Eben so kann es auch seyn, daſs Erdbeben bisweilen auf den elektrischen Zustand der Atmosphäre einen Einfluſs haben, so daſs z. B. die atmosphärische Elektrizität sich nach denselben auffallend vermindert; oder daſs sie eine ähnliche Wirkung, wie bisweilen Gewitter, in der Atmosphäre hervorbringen, z. B. wie das Erdbeben von 1795 in England, eine plötzliche Kälte erzeugen, ohne daſs man daraus folgern darf, das Erdbeben selbst sey eine elektrische Erscheinung. Denn eine so gewaltsame Naturbegebenheit wie ein Erdbeben ist, muſs freylich wohl auch auf die Atmosphäre zu wirken im Stande seyn; wir kennen aber die Ursachen, von welcher der Zustand der Atmosphäre, sey es in Rücksicht auf Elektrizität, oder auf Feuchtigkeit, oder auf Wärme, oder auf Elastizität u. dergl. abhängig ist, viel zu wenig, als daſs wir aus einer Veränderung dieses Zustandes mit Sicherheit auf die Ursache schlieſsen könnten. Wenn wir also keinen andern Beweis für die Elektrizität der Erdbeben aufbringen können, so will dieser um so weniger sagen, je mehrere Erdbeben, und selbst von den heftigsten,

sich ereignet haben, von denen keine Spur einer elektrischen Wirkung in der Atmosphäre wahrzunehmen gewesen ist.

Endlich kann auch der Schwefel-Geruch, den man bey einigen Erdbeben wahrgenommen haben will, für keinen Beweis gelten, dafs die Elektrizität die Ursache der Erdbeben sey. Denn 1) hat man einen solchen Geruch bey den wenigsten Erdbeben empfunden; 2) wäre es ein wirklicher Schwefel-Geruch, was man dafür genommen hat, so wäre er eher ein Beweis, dafs hier keine Elektrizität im Spiel sey; denn der Geruch, welchen die Elektrizität erzeugt, ist kein Schwefel-Geruch, sondern ein ihr eigenthümlicher, eher noch phosphorartiger, Geruch; 3) könnte auch wohl bisweilen durch die bey einem Erdbeben im Innern der Erde entstehende Blitze Schwefel entzündet und verflüchtigt werden, ohne dafs die Elektrizität einen Antheil daran hätte; 4) wäre es auch möglich, dafs durch den Prozefs des Erdbebens bisweilen wirklich Elektrizität, wie bey vulkanischen Ausbrüchen erzeugt, und dadurch ein elektrischer Geruch verbreitet würde. In diesem Fall aber würde die Elektrizität nicht als Ursache, sondern als Wirkung des Erdbebens oder desjenigen Prozesses, durch welchen das Erdbeben erzeugt wird, zu betrachten seyn.

Dieser letztre Punkt verdient noch eine besondere Erwägung. Da bey vulkanischen Ausbrüchen unbezweifelt Elektrizität erzeugt wird, — wie man aus den Blitzen sieht, die so häufig in den aufsteigenden Rauch- und Feuersäulen erscheinen, dafs man im Italienischen eine eigene Benennung für dieselben hat *) — und Erdbeben so oft mit vulkanischen Ausbrüchen in Verbindung stehen, und ihnen in ge-

*) Sie heifsen ferilli.

Digitized by Google

wissem Betracht ähnlich sind, so kann es wohl geschehen, daſs auch bey diesen Elektrizität erzeugt wird. Denn wo starke Luftzersetzungen statt finden, wo Feuer und Dämpfe erzeugt werden, da entsteht auch Elektrizität. Durch diese können mancherley elektrische Erscheinungen, dergleichen man bisweilen bey Erdbeben wahrgenommen hat, hervorgebracht werden; diese lassen sich aber nicht als Beweis anführen, daſs das Erdbeben selbst durch Elektrizität entstanden sey.

Was aber die feurigen Erscheinungen bey manchen Erdbeben betrifft, so ist von keiner derselben noch je beobachtet worden, daſs sie elektrischer Natur wäre; vielmehr findet man so oft ausdrücklich bemerkt, daſs ihr Ansehen ganz anders, als das eines eigentlichen Blitzes gewesen sey.

Wenn also unter allen Erscheinungen, von welchen Erdbeben begleitet sind, keine ist, die uns berechtigt, die Elektrizität als die Ursache der Erdbeben anzusehen, so ist es nicht nöthig bey der Frage — die auch noch ihre Schwierigkeiten hat — zu verweilen, wie die Elektrizität in der Erde entstehen, d. h. das elektrische Gleichgewicht in derselben gestört werden, und Wochen-, Monate-, ja Jahrelang in ihr sich erhalten soll, da in dem Innern der Erde alles dahin wirkt, das Gleichgewicht der Elektrizität wieder herzustellen. Auch haben diejenigen, welche die Elektrizität zur Ursache der Erdbeben machen, über diesen Punkt keine befriedigende Erklärung gegeben. Freylich, wenn nur die Sache selbst, nämlich die Elektrizität der Erdbeben, erwiesen wäre, so dürfte dieser Punkt uns nicht beunruhigen, da in der Werkstätte der Natur noch so vieles für uns dunkel ist; und wir könnten hoffen mit der Zeit den Aufschluſs darüber zu finden. Allein da das erstere weder erwiesen, noch selbst nur

Digitized by Google

wahrscheinlich gemacht ist, so ist das letztere allerdings noch ein bedenklicher Umstand mehr.

Indessen hat man neuerlich im **Galvanismus** ein vortreffliches Mittel zur Entwickelung der Elektrizität im Innern der Erde, und folglich zur Erklärung der Erdbeben zu finden geglaubt. Allerdings kann diese neu entdeckte, höchst merkwürdige und kräftige Wirkungsart der Körper auch im Innern der Erde statt finden, wenn wir gleich noch nicht im Stande sind diejenigen Stoffe daselbst nachzuweisen, durch deren Verbindung die galvanischen Wirkungen hervorgebracht werden sollen. Wenn man aber glaubt, eine Erderschütterung könne als eine Entladung einer ungeheuern *Voltaischen* Säule in der Erde angesehen werden, so treten einer solchen Meinung mancherley Schwierigkeiten in den Weg. Denn 1) ist es schon sehr unwahrscheinlich, daſs eine so regelmäſsige Abwechselung von Schichten verschiedener Stoffe, als zu einer Voltaischen Säule erforderlich ist, auf so groſse Strecken in der Erde statt finden sollte, als die sind, zu welchen sich bisweilen Erdbeben fortpflanzen. Man denke nur an das Erdbeben von Lissabon, das sich auf so groſse Weiten, und nach so verschiedenen Richtungen hin verbreitete; wie unwahrscheinlich wäre es, da so groſse und nach so verschiedenen Seiten hingehende Voltaische Säulen anzunehmen! 2) wird durch die Entdeckung einer Voltaischen Säule nicht die Säule selbst, sondern nur der Körper, durch den sie entladen wird, und auch dieser nur unter gewissen Umständen, erschüttert. Die Wirkung geht dann von den Polen nach dem Vereinigungspunkte beyder Elektrizitäten hin, und ist hier am stärksten. Hiernach müſsten die Erdbeben in den Gegenden, die über den Polen der unterirdischen Säule liegen, anfangen; sich von hier nach einem dazwischen liegenden Orte fortpflanzen, und in

dieſem am heftigsten seyn. Dieſs stimmt aber mit dem Gange der Erdbeben durchaus nicht überein. 3) geschieht die Entladung ohne Geräusch; folglich würde das Getöse, welches Erdbeben zu begleiten pflegt, nicht dazu passen; 4) müſste man eher ein Glühen, Schmelzen, Brennen, als ein Erschüttern dabey wahrnehmen; 5) müſsten die Wirkungen sich viel schneller wiederholen, da eine Voltaische Säule sich ohne Unterlaſs von selbst ladet. Wo also einmal eine so ungeheure Voltaische Säule von der Natur hervorgebracht wäre, da müſsten auch ihre Wirkungen ununterbrochen statt finden; oder man wird wieder mancherley willkührliche Annahmen machen müssen, um dieser Folgerung auszuweichen *).

Ganz etwas anderes aber ist es, wenn man galvanische Verbindungen in dem Innern der Erde als mittelbare Ursachen der Erdbeben ansehen will; indem durch sie Wasser zersetzt, Gasarten entwickelt, und brennbare Stoffe entzündet werden. Dazu ist es nicht nöthig, ungeheure Voltaische Säulen, dergleichen in der Erde schwerlich angetroffen werden möchten, anzunehmen; sondern einzelne galvanische Schichten, dergleichen hier und da, vielleicht sehr häufig, vorkommen können, sind dazu hinreichend. Jede von diesen liefert für sich ununterbrochen den Stoff zu einem

*) Auch *Humboldt* erklärt sich gegen die Hypothese einer galvanischen Wirkungsart bey Erdbeben und vulkanischen Erscheinungen. Man kann zwar nicht leugnen, sagt er, daſs oft, wenn starke Erdstöſse schnell auf einander folgen, sich die elektrische Spannung in der Luft vermehrt, man hat aber, um diese Erscheinung zu erklären, nicht nöthig, zu einer Hypothese seine Zuflucht zu nehmen, die in geradem Widerspruch mit allem steht, was man bis jetzt über den Bau unsers Planeten, und über die Anordnung der Erd- und Stein-Schichten auf ihm beobachtet hat. Voyage etc. Tom. I. p. 319.

Digitized by Google

Erdbeben, das jedoch alsdann nur wirklich entsteht, wenn der Stoff dazu in hinlänglicher Menge gesammelt ist, und die übrigen erforderlichen Umstände sich gehörig vereinigen.

Indessen können wir auch von solchen galvanischen Verbindungen absehen, und es dahingestellt seyn lassen, ob dergleichen im Innern der Erde statt finden oder nicht; aber das können wir als unzubezweifelnde Thatsache aufstellen, daſs in der Erde beständig Gasarten entwickelt werden, und zwar vornehmlich Kohlenstoff- und Wasserstoffgas. Hiervon zeugen nicht blos die meisten Quellen, vornehmlich die mineralischen, deren Wasser mehr oder weniger mit Kohlenstoffgas geschwängert ist, und über welchen beständig eine Schicht dieser Gasart ruht, sondern auch die bösen Wetter und feurigen Schwaden in den Bergwerken, und die vielen Orte, an welchen die eine oder die andere dieser Gasarten in Menge aus der Erde hervordringt, sich daselbst anhäuft, oder in der Luft zerstreut, oder durch Entzündung zersetzt. Mag also die Erzeugung derselben durch einen natürlichen Galvanismus oder auf andere Art bewirkt werden — genug dass die Sache selbst ihre Richtigkeit hat.

Es ist ferner eine ausgemachte Thatsache, dass das Innere der Erde keine durchaus dichte Masse darstellt, sondern dass es durch Spalten, Risse, Klüfte, Höhlen, auf vielfache Weise durchbrochen ist. In diese dringt zum Theil die Luft der Atmosphäre von auſsen, zum Theil füllen sie sich mit den im Innern erzeugten Gasarten an.

Man denke sich nun, daſs zu der in einer Küche befindlichen atmosphärischen Luft Wasserstoffgas hinzukomme, so kann dadurch *eine Knallluft* entstehen; und entzündet

Digitized by Google

sich diese — welches auf mehr als eine Art möglich ist — so muſs eine desto stärkere Explosion erfolgen, je gröſser die Menge der Knallluft und je vollkommener das Verhältniſs der Mischung ist. Die Wirkung einer solchen Explosion aber kann keine andere als eine mehr oder weniger heftige Erschütterung und — in manchen Fällen — selbst eine gänzliche Zersprengung der Wände der Höhle und des damit zusammenhängenden Erdreichs seyn — und dann haben wir eben die Erscheinung eines Erdbebens.

Hierbey können so vielerley Verschiedenheiten in Ansehung der Menge der Knallluft, der Güte der Mischung an den verschiedenen Stellen, der Weite, zu der sie sich erstreckt, der Art, wie sie eingeschlossen ist, statt finden, daſs schon hieraus allein die groſse Mannigfaltigkeit der Erdbeben in Absicht ihrer Stärke und Ausdehnung erklärt werden kann.

Die Entzündung kann im Innern der Erde entweder durch irgend einen chemischen — vielleicht noch unbekannten — Prozeſs, oder durch eine galvanische Action, oder sonst durch Elektrizität, oder, auf eine mechanische Weise, durch eine plötzliche Zusammenpressung der Luft, wie in den pneumatischen Feuerzeugen, oder wie Davy meint, durch die metallischen Grundlagen der Erden oder Alkalien, wenn sie plötzlich mit Feuchtigkeit in Berührung kommen, bewirkt werden.

In der That wird man nicht leugnen können, daſs, da die Erzeugung brennbarer Gasarten in der Erde keine bloſse Hypothese, sondern eine sichere Erfahrung ist, und daraus die Entstehung einer Knallluft von selbst folgt, man es fast für eine Art von Wunder anzusehen hätte, wenn solche Mischungen sich nicht bisweilen entzünden sollten. Welche Wirkungen aber aus einer solchen Entzündung entstehen können, lehren uns das nicht so manche furchtbaren Beyspiele einer ent-

Digitized by Google

zündeten Knallluft in den Bergwerken? Können wir nicht hier vom Kleinen aufs Groſse schlieſsen?

Sind aber vielleicht die Erscheinungen, von welchen Erdbeben begleitet sind, einer solchen Entstehungsart derselben entgegen? Im Gegentheil.

Denn 1) ist es wohl natürlich anzunehmen, daſs die genannten Gasarten nicht überall in der Erde in gleicher Menge, sondern, nach der verschiedenen Beschaffenheit des Erdreichs, hier mehr dort weniger erzeugt werden, und daſs die Beschaffenheit des Innern, ihre Anhäufung, Verbreitung, Vermischung mit der atmosphärischen Luft, u. dergl. an einem Orte mehr begünstige, als an dem andern. Eben so sehen wir auch, daſs gewisse Gegenden den Erdbeben mehr als andere ausgesetzt sind. Italien und Sicilien gehören, wie schon oben bemerkt ist, zu diesen Ländern. Daſs aber auch Kohlenstoffgas, Wasserstoffgas, und vielleicht noch andere Gasarten in dem Innern derselben in Menge erzeugt werden, davon zeugen die Erscheinungen des Macaluba, der grotta del cane, der Solfatara, die Feuer von Barigazzo, Pietra mala u. a. m. In England sind die bösen Wetter, die so häufig in den Bergwerken angetroffen werden, ein Beweis, daſs es daselbst nicht an mephitischen Gasarten im Innern der Erde mangele.

2) ist das unterirdische Getöse bey den Erdbeben eine nothwendige Folge der Zersetzung der Knallluft.

3) müssen durch die Entzündung der Knallluft im Innern der Erde luftleere Räume entstehen, und dadurch der Druck der äuſsern Luft ein Uebergewicht erhalten, je gröſser oder kleiner die entstandene Leere ist. Daher geschieht es, daſs bey heftigen Erdbeben Quellen, Seeen, Flüsse plötzlich in das Innere der Erde zurückgedrängt werden, und erst nach einiger Zeit — nach wiederhergestelltem Gleichgewicht — wie-

Digitized by Google

der zurückkehren; daſs überhaupt die Gewässer, die durch jeden Stoſs leicht bewegt werden, so häufig dabey in Unruhe gerathen. Daher konnte es kommen, daſs bey dem Erdbeben in Lissabon der Vesuv plötzlich aufhörte Rauch auszustoſsen; daher konnte der Wind entstehen, den die Bergleute bey dem Erdbeben von 1795 in England mit Schrecken wahrnahmen und der vom Tage in den Schacht herabblieſs. Ueberhaupt können durch das gestörte Gleichgewicht zwischen der Luft innerhalb und auſserhalb der Erde heftige locale Bewegungen in der Atmosphäre hervorgebracht werden — daher der Sturm, mit welchem öfters starke Erdbeben losbrechen. Daher könnte auch das plötzliche Fallen des Barometers im Augenblick der Erschütterung rühren, dergleichen Menou wahrgenommen hat.

4) Durch die plötzliche Ausdehnung, welche die äuſsere Luft beym Eindringen in das Innere der Erde erleidet, kann Kälte erzeugt werden, wie bey dem Erdbeben in England 1795. In andern Fällen kann die dadurch entstehende Kälte hinwiederum durch eine Menge von Wärmestoff, die bey Zersetzung von Luftarten frey wird, aufgehoben werden.

5) Da durch die Entzündung der Knallluft Dämpfe, und durch die Bildung der Dämpfe Elektrizität entsteht, so erklären sich hieraus auch die elektrischen Erscheinungen, die bisweilen bey Erdbeben vorkommen.

6) Selbst die Unruhe und Beängstigung, welche Menschen und Thiere vor und bey einem Erdbeben empfinden, kann durch die mephitischen Luftarten bewirkt werden, die, wenn die innern Behälter der Erde damit erfüllt sind, auch in die untern Schichten der Atmosphäre dringen. Daſs das Athmen der brennbaren Luft Schwindel, Uebelkeiten, Kopfweh erzeugen kann, ist aus den Versuchen von Fontana bekannt. Eben dieses aber empfanden auch die Einwohner von Cadix und Gibral-

Digitized by Google

tar bey dem groſsen Erdbeben von 1755. — Wollte jemand fragen, — warum sich dieses Uebelseyn nicht noch mehr bey den Einwohnern von Lissabon zeigte; so läſst sich darauf antworten, daſs die Beschaffenheit des Erdbodens daselbst das Hervordringen der Luft aus dem Innern mehr verhindert haben kann, als in Cadix und Gibraltar, wenn gleich der eigentliche Sitz der Mine in der Nähe von Lissabon war. Vielleicht aber hat auch hier dieselbe Erscheinung als an jenen Orten statt gefunden.

Seneca führt einen merkwürdigen Umstand von dem schon oben erwähnten Erdbeben in Campanien an: es wäre nämlich eine Heerde von 600 Schaafen dabey ums Leben gekommen *). Er bemerkt sehr richtig, daſs man nicht annehmen könnte, daſs sie aus Furcht gestorben wäre, sondern daſs die lange in der Erde eingesperrte, verdorbene Luft bey dem Erdbeben hervorgedrungen sey und die mit dem Kopfe gegen den Boden gekehrten Schaafe getödtet habe. Wer denkt hierbey nicht an die grotta del cane? Unstreitig war es dieselbe Art von Luft, welche diese Höhle erfüllt, und welche dort den Schaafen tödtlich wurde.

Was aber in diesem Fall, bey groſsem Uebermaaſs, den Tod bewirkte, dasselbe kann in einem andern, bey geringerer Menge, Schwindel, Uebelkeiten u. dergl. hervorbringen.

Es kann seyn, daſs dort bloſs die Erschütterung des

---

*) Quaest. natural. VI. cap. 27. — Man vergleiche damit den oben erwähnten Fall von den Dämpfen, die aus dem See Quirotou in Quito aufstiegen, und die Heerden in der Nähe desselben tödteten; ingleichen eine Beobachtung von *Humboldt*, daſs nach den heftigen Erdbeben in Peru, Gras und Kräuter auf den Waiden schädliche Eigenschaften bekommen hätten, Viehseuchen ausgebrochen, und die Thiere wie betäubt von den Ausdünstungen des Bodens gewesen wären. (Voyage etc. Tom. I. pag. 308.)

Digitized by Google

Erdbodens hinreichte, das mephitische Gas aus den innern Räumen, in welchen es eingeschlossen war, hervorzutreiben; es kann aber auch seyn, daſs es diese eingeschlossene Luftart selbst war, welche das Erdbeben hervorgebracht hatte. Denn es ist nicht nothwendig, jede Erderschütterung von einer entzündeten Knallluft herzuleiten. In manchen Fällen kann es auch eine andere, nicht brennbare Gasart seyn, welche ein Erdbeben verursacht. Es kann die Menge von Luft, welche sich an einer Stelle im Innern der Erde entwickelt, so groſs seyn, daſs die verschlossenen Räume, in welche sie sich ergieſst, nicht hinreichen, sie zu fassen. Sie wird daher mit immer gröſserer Gewalt die Wände zu durchbrechen streben, und sie endlich wirklich durchbrechen, was ohne stärkere oder schwächere Erschütterung — nach Verschiedenheit der Umstände — nicht geschehen kann.

Wir sehen ja schon an kleinen Quantitäten eingeschlossener Luft oder Dämpfe — in den Windbüchsen, Dampfmaschinen (besonders wenn diese zerspringen), Knallkügelchen — was für eine groſse Gewalt sie unter gewissen Umständen auszuüben vermögen; und können daraus schlieſsen, wie viel gröſser ihre Wirkung da seyn müsse, wo sie in groſser Menge durch die Hand der Natur zusammengetrieben und erhitzt werden. Selbst die furchtbaren Wirkungen des Schieſspulvers, woher rühren sie anders, als von den plötzlich entwickelten, elastischen Flüssigkeiten, die sich mit Gewalt ausdehnen?

Aller Wahrscheinlichkeit nach, rühren die Erdstöſse, welche vulkanischen Ausbrüchen voranzugehen pflegen, von solchen eingeschlossenen und gewaltsam ausgedehnten Luftarten her; da sie gemeiniglich aufhören, wenn der Ausbruch selbst erfolgt, d. i., wenn die elastischen Flüssigkeiten —

Digitized by Google

worunter auch Waſserdämpfe seyn können — Luft bekommen oder aus ihren eingeschloſsenen Räumen herausbrechen.

Diese vulkanischen Erdbeben geben uns überhaupt den sichersten Beweis, daſs durch elastische Flüssigkeiten Erderschütterungen hervorgebracht werden können. Denn was auch die Ursache von der Entzündung eines Vulkans seyn mag, so sind es doch nichts anders, als elastische Flüssigkeiten — nicht Elektrizität, nicht Galvanismus — welche die Steine, Asche, und andere glühende Maſsen oft zu ungeheurer Höhe emportreiben, welche die Lava über den Rand des Kraters erheben oder sie mit solcher Gewalt gegen die Seiten des Berges treiben, daſs diese wie Blasen aufgetrieben werden und der ganze Berg erzittert.

Haben wir aber in einem Falle die zuverläſsige Erfahrung, daſs Erdbeben durch elastische Flüssigkeiten hervorgebracht werden, so ist es auch in einem andern Falle wohl am rathsamsten, ehe wir uns nach einer neuen Ursache umsehen, zu fragen, ob nicht dieselbe Ursache auch hier wirksam ist. Es bedarf aber nicht erst eines Vulkans, um elastische Flüssigkeiten in der Erde zu entwickeln. Die Natur hat sehr vielfache Wege sie hervorzubringen, und wir können an ihren Vorhandenseyn in allen Höhlen und Tiefen der Erde nicht zweifeln. Für gewöhnlich sind diese unterirdischen Behälter hinreichend, die eingeschloſsenen Luftarten zusammenzuhalten. Es kann aber bisweilen — aus zufälligen oder in der Beschaffenheit des Erdreichs gegründeten Ursachen — der Zufluſs der Luftarten so vermehrt, oder diese können durch Hitze so ausgedehnt werden, daſs sie die Wände ihrer Behälter durchbrechen und die Erde erbeben machen.

An diesen zufälligen Veränderungen kann bisweilen die Witterung einen Antheil haben. Denn wer möchte leugnen,

Digitized by Google

daſs gewisse Grade der Wärme, der Feuchtigkeit, der Elastizität, der Elektrizität u. dergl. in der Atmosphäre auf manche chemischen Prozesse in der Erde einen Einfluſs haben und dadurch mittelbarerweise ein Erdbeben befördern können? Eben so können auf der andern Seite die Prozesse da unten manche Stoffe in die Atmosphäre treiben, die den Zustand derselben modifiziren und dadurch auf die Witterung einen Einfluſs haben. Oft aber gehen jene Veränderungen in der Erde auch unabhängig von der Witterung, und ohne Einfluſs auf dieselbe vor sich. Daher giebt es Erdbeben zu allen Jahres- und Tageszeiten, und bey den verschiedensten Arten der Witterung.

Es ist auch nicht nöthig den Sitz oder die Werkstätte eines Erdbebens in groſsen Tiefen anzunehmen. Ueberall wo sich Höhlen und Klüfte in dem Innern der Erde finden, in denen sich Gasarten anhäufen können, kann auch ein Erdbeben eingeleitet werden. Indessen ist gewiſs, daſs nicht alle Erdbeben in dieser Rücksicht einander gleich sind, sondern daſs, nach Verschiedenheit des Erdreichs, die gröſste Verschiedenheit hierin statt findet. Vielleicht mögen die auf kleinere Erdstriche eingeschränkten Erdbeben ihren Ursprung in geringern Tiefen haben, als solche, die sich auf beträchtliche Weiten fortpflanzen. Doch können auch hierin Ausnahmen statt finden, indem die Weite, zu welcher sich ein Erdbeben fortpflanzt, wohl mehr von dem Zusammenhange der unterirdischen Gänge und Klüfte und den Stoffen, mit denen diese erfüllt sind, als von ihrer Tiefe abhängig ist. Bey dem Erdbeben von 1795 in England hörten einige Bergleute das Getöse unter sich; andere hingegen, die beträchtlich tiefer waren, wollten es über sich gehört haben.

Es scheint also, daſs wir zur Erklärung eines Erdbebens nicht nöthig haben, zu den für uns unzugänglichen Tiefen jen-

Digitized by Google

seits der uns bekannten Erdrinde herabzusteigen, und von dorther Stoffe und Wirkungen zu Hülfe zu rufen, deren Realität wir mit nichts als unserm Nothbedarf darthun können. Zwar würde es anmaſsend seyn, allen Einfluſs von jenseits her geradezu zu leugnen — vielleicht ist er selbst gröſser als wir meinen — allein da wir nichts von dem, was dort verborgen ist, wissen, so sind wir mit unsern Erklärungen im eigentlichen Sinne am Ende, wenn wir bis an die Grenze, die das bekannte Gebiet von der noch nie gesehenen Unterwelt trennt, gekommen sind, und gerathen, wenn wir weiter gehen wollen, in Gefahr, statt einer physikalischen Theorie einen Roman aufzustellen. Vielleicht sind vulkanische Ausbrüche, bey welchen Erdbeben als eine Nebensache vorkommen, eben darin von diesen unterschieden, daſs sie ihren Grund in gröſsern, noch unerforschten, Tiefen haben — und wenn dieses ist, so haben wir wenig Hoffnung mit der Erklärung derselben aufs Reine zu kommen. Die Ereignisse der Erdbeben aber sind weniger verwickelt, und wenn gleich noch vieles in ihnen unerörtert bleiben muſs, so können wir doch das Wichtigste derselben auf erwiesene Thatsachen und bekannte Naturgesetze zurückführen, und diese furchtbare Erscheinung, der Hauptsache nach, begreifen, ohne über die Grenzen der wirklichen Erfahrung hinauszugehen.

Digitized by Google

Erſter Nachtrag.

Nachdem die vorſtehende Abhandlung bereits eingeſchickt war, kam mir eine alte italieniſche Schrift, unter dem Titel: „Codice meteorico di Nicodemo Martellini etc. in Venezia 1700 Fol. in die Hände, die unter mehrern Aufſätzen auch einen über Erdbeben enthält, in welchem Nachrichten von einem furchtbaren Erdbeben vorkommen, das im Jahr 1695 das Venetianiſche Gebiet verheerte. Was hier erzählt wird, iſt zum Theil von der Beſchaffenheit, daſs es zur Beſtätigung deſſen dienen kann, was oben von der Verſchiedenheit der Umſtände, unter denen Erdbeben ſich ereignen, geſagt iſt. Es wird daher nicht unnütz ſeyn, einiges davon hier anzuführen.

Das Erdbeben nahm in der Nacht vom 24. auf den 25. Februar in dem Territorio Aſolano in der Diöces von Treviſo ſeinen Anfang. Die erſten Stöſse waren mäſsig, aber noch vor Aufgang der Sonne erfolgten die heftigſten, deren man ſich je erinnern konnte. Und von der Zeit an vergieng mehrere Monate nach einander kein Tag und keine Nacht, wo man nicht Erſchütterungen empfunden hätte. Weiterhin fanden zwar Unterbrechungen von einem oder mehrern Tagen ſtatt, aber ganz hörten die Erſchütterungen erſt nach zwey Jahren auf.

Digitized by Google

Hierbey heiſst es ausdrücklich: „Die Stöſse erfolgten „ebensowohl bey Tage, als bey Nacht; frühe und abends; „bey heiterm und ruhigem, wie bey regnichtem und stürmi-„schem Wetter.“

Was dieses Erdbeben noch besonders merkwürdig macht, ist eine gewisse Aehnlichkeit mit dem von 1783 in Calabrien, welches auch im Februar anfieng, und — mit einiger Unterbrechung — über ein Jahr lang dauerte. So wie ferner nach diesem der merkwürdige Nebel entstand, der über einen groſsen Theil von Europa verbreitet war, so wird auch von jenem angemerkt, daſs nach den ersten Ausbrüchen desselben einige Monate nach einander die Sonne auch bey unbewölktem Himmel verdunkelt (offuscato) gewesen wäre. Endlich ist auch der darauf folgende Winter, wie nach dem Calabrischen Erdbeben, sehr strenge gewesen, so daſs, wie es in der Beschreibung heiſst, die dauerhaftesten Bäume ausgegangen wären, und man den Sommer darauf noch selbst im Junius Feuer nöthig gehabt hätte, um sich zu erwärmen.

Dergleichen lange dauernde Erdbeben, mit häufigen Erschütterungen, scheinen mir mit der Hypothese des elektrischen Ursprungs derselben am wenigsten vereinbar zu seyn. Denn wodurch könnte sich, wie ich schon oben bemerkt habe, die Störung des elektrischen Gleichgewichts in der Erde Jahre lang erhalten, da gerade in der Erde die Elektrizität sich sonst ins Gleichgewicht setzt? Und nehmen wir hierbey die Vorstellungsart an, welche der erste Urheber dieser Hypothese, Stuckeley, aufgestellt hat, so wird die Unwahrscheinlichkeit noch gröſser. Stuckeley nämlich will, daſs der elektrische Erdboden sich seiner Elektrizität gegen eine unelektrische Wolke entladen soll. Findet sich denn aber bey jedem Erdbeben eine solche Wolke am Himmel? Wir hören ja, daſs die Erschütterungen ebensowohl bey hei-

Digitized by Google

term, als bey wolckigtem Himmel geschehen. STUCKELEY beruft sich zwar auf einen Fall, wo mehrere Personen eine groſse schwarze Wolke am Himmel gesehen hätten; aber was beweist *ein* solcher Fall, und selbst mehrere, gegen so viele andere, wo man nichts der Art gesehen hat? und wie gewagt bleibt immer noch die Behauptung, daſs dieses gerade eine unelektrische Wolke gewesen wäre! Wäre sie es gewesen, und wäre gegen sie eine Entladung von der Erde aus erfolgt, so hätten jene Personen das ja wohl eben so gut wahrnehmen müssen. Davon aber geschieht keine Erwähnung. Und doch, wenn die elektrische Explosion der Gröſse der Wirkung bey einem starken Erdbeben angemessen seyn soll, so muſs sie gröſser, als bey dem heftigsten Gewitter seyn; folglich müſste auch der Schein derselben weit und breit zu sehen seyn. Die Entladung könnte also nicht leicht unbemerkt vor sich gehen; zumal bey einem Erdbeben, bey welchem die Stöſse sich häufig erneuern. Wie viele Blitze müſste man da gewahr werden! Die Beobachtungen aber sagen uns nichts davon. Denn die Blitze, welche man bisweilen einige Zeit vor oder nach erfolgtem Erdbeben wahrgenommen hat, sind nicht hieher zu rechnen.

STUCKELEY gründet überhaupt seine Schlüsse auf viel zu einseitige und unvollkommene Beobachtungen. Er will aus der Gelindigkeit des Winters, der den Erdbeben im Jahr 1750 in England vorausgegangen ist, und aus den öftern Donnerwettern, die in demselben vorgefallen sind, auf einen besonders elektrischen Zustand des *Erdbodens* schlieſsen. Wie unsicher aber dieser Schluſs ist, bedarf keines Beweises. Ueberdies sind ja in andern Fällen gerade strenge Winter von Erdbeben begleitet gewesen, oder ihnen vorausgegangen. Und eben so wenig kann der Umstand, daſs die Feld- und Gartengewächse in jenem Jahr unge-

Digitized by Google

wöhnlich frühzeitig hervorbrachen und grünten; und daſs zwey Nordlichter zu sehen gewesen sind, für einen Beweis der Elektrizität der Erde gelten, wie Stuckeley will. Seine Theorie scheint aber auch zu erfordern, daſs die Atmosphäre zur Zeit eines Erdbebens in vorzüglichem Grade unelektrisch sey, damit die Entladung des Erdbodens desto besser von statten gehe. Folglich würden solche Erscheinungen, aus denen sich eher auf die Elektrizität der Atmosphäre, als des Erdbodens schlieſsen läſst, mehr gegen, als für seine Theorie beweisen.

Endlich sollen auch die Uebelkeiten, Schwindel, Kopfweh, und dergleichen Beschwerden, die, wie ich auch oben angeführt habe, öfters bey Erdbeben empfunden werden, nach Stuckeley's Meinung, eine Wirkung der Elektrizität seyn. Ist aber die Elektrizität nicht vielmehr geschickt, die Lebensgeister zu wecken und höher zu spannen? Man denke nur an Graham's himmlisches Bette! Daher sollte man glauben, daſs, wenn die Erdbeben elektrische Erscheinungen wären, sich wenigstens eben so viele Personen dadurch besonders aufgeregt, und in einen Zustand von Begeisterung versetzt fühlen müſsten — wovon sich jedoch, so viel mir bekannt ist, keine Beyspiele finden.

Es sind also sehr schwache Stützen, auf welche Stukkeley seine Hypothese gegründet hat; sie würde daher schwerlich den Beyfall gefunden haben, der ihr wirklich zu Theil geworden ist, wenn nicht damals die Aufmerksamkeit der Physiker in so hohem Grade auf die Elektrizität gerichtet gewesen wäre. Nicht lange vorher war die Leydner Flasche erfunden worden, durch die man so heftige Erschütterungen in den Körpern hervorbringen kann; Franklin hatte die Elektrizität der Gewitter dargethan — man sah, was für ein mächtiges und allgemein verbreitetes Prinzip die Elek-

Digitized by Google

trizität wäre; und so konnte man auch leicht ihre Einwirkung bey den Erdbeben für wahrscheinlich halten. Hierzu kam, daſs man damals weder das Wasserstoffgas, noch das Sauerstoffgas, noch das aus beyden zusammengesetzte Knallgas kannte, und daher von der Wirkung der Entzündung dieses Stoffes im Innern der Erde keine Vorstellung haben konnte.

Zweyter Nachtrag.

Die Entdeckungen, welche seit der ersten öffentlichen Bekanntmachung dieser Abhandlung in dem Gebiete der Naturlehre gemacht worden sind, stehen nicht in unmittelbarer Verbindung mit der groſsen Erscheinung, von welcher hier die Rede ist, und haben zur Erklärung derselben keine neue Thatsache geliefert. Der Verfasser hat daher nicht Ursache gefunden, von seiner frühern Ansicht abzugehen. Zwar sind seit der Zeit verschiedene scharfsinnige Erklärungen dieser Erscheinung aufgestellt worden, die zum Theil auf andern Ansichten beruhen; indessen wird man immer genöthigt seyn zu hypothetischen Voraussetzungen zu greifen, sobald man sich auf dasjenige stützt, was jenseits unserer Erdrinde, in Tiefen, über welche es uns an Beobachtungen fehlt, statt finden soll *). — Dagegen haben wir eine groſse Anzahl vortreff-

*) *v. Hoff* — im 2. Theile seiner Geschichte der natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche. (Gotha, 1824. 8.)

Digitized by Google

licher Beobachtungen über Erdbeben, vornehmlich durch v. HUMBOLDT *), erhalten. Viele derselben können zur Unterstützung der obigen Darstellung dienen, und sind daher auch zum Theil dazu benutzt worden.

Was die Ursache der Erdbeben anbetrifft, so erklärt sich HUMBOLDT zwar nicht bestimmt darüber. Er sagt vielmehr ausdrücklich: „Nous nous sommes abstenus de toute „discussion sur la nature des agens chimiques, qui sont les „causes des grands bouleversémens, qu'eprouve de tems en „tems la surface de la terre **). Nur setzt er hinzu: „Il „suffit de rappeler ici, que ces causes résident à d'immenses „profondeurs, et qu'il faut les chercher dans les roches, que „nous appelons primitives, peut-être même au dessous de la „croute terreuse et oxidée du globe, dans les abimes, qui „renferment les substances metalloides de la silice, de la chaux,

— findet gleichfalls die Kräfte, die bey vulkanischen Ausbrüchen und Erdbeben mit so ungeheurer Stärke wirken, in Gasarten, vornehmlich dem Wasserstoffgas, und leitet die Entstehung der letztern auf eine sehr scharfsinnige Weise aus der Einwirkung des Wassers auf die metallischen Stoffe her, die, seiner Ansicht nach, die groſsen Tiefen des Erdkörpers erfüllen. — *Poulett Scrope* — Considerations on Volcanos etc. (London, 1825. 8.) — nimmt die Wasserdämpfe, die sich durch die Hitze im Innern der Erde aus dem Krystallisations-Wasser der untern Gebirgsarten bilden sollen, als diejenige elastische Flüssigkeit an, die in den Vulkanen und Erdbeben am meisten wirksam ist. Seine Ansicht aber von der Beschaffenheit der Lava — als einer nicht sowohl durch Hitze geschmolzenen, als vielmehr durch die Wasserdämpfe aus einander getriebenen und erweichten Masse — stimmt nicht mit den weiter unten angeführten Beobachtungen desselben von *Clarke* und andern überein.

*) Voyage aux regions equinoxiales du Nouveau Continent etc. Tom. I. II.

**) Voyage etc. Tom. I. pag. 318.

Digitized by Google

„de la soude, et de la potasse.“ — Kurz vorher aber sagt er: „Tout paroit indiquer dans les tremplements de terre „l'action des fluides élastiques, qui cherchent une „issue, ponr se repandre dans l'atmosphère.“

Er scheint also ebenfalls die elastischen Flüssigkeiten als die nächste Ursache der Erderschütterungen anzusehen; nur äuſsert er weder über die Beschaffenheit dieser Flüssigkeiten, noch über die Art ihrer Wirkung eine Muthmaſsung. Wir finden aber auſser der atmosphärischen Luft, die von auſsen unstreitig, vielleicht bis zu beträchtlichen Tiefen, in das Innere der Erde dringt, und Wasserdämpfen, die sich theils durch die Wärme des Erdkörpers überhaupt, theils durch lokale Erhitzungen an manchen Stellen desselben in besonderer Menge und Stärke, bilden können, keine andern elastischen Flüssigkeiten in gröſserer Menge in der Erde, als Wasserstoffgas — von verschiedener Art — und Kohlenstoffgas. Woher diese entstehen, können wir freylich nicht mit Gewiſsheit angeben; es scheint aber nicht nöthig sie erst von jenseits der Erdrinde herauf zu holen, da diese selbst die Grundstoffe beyder Gasarten in gröſster Menge enthält, und der Natur unstreitig Mittel und Wege genug zu Gebote stehen, sie daraus zu entwickeln. Dieser Umstand aber ist für unsern Zweck auch nicht wesentlich: es ist einerley, woher die Gasarten kommen; genug, daſs sie da sind *).

*) Vielleicht ist es nicht unpassend, hier einer Beobachtung des Dr. *Clarke* zu gedenken, nach welcher die geschmolzene Lava, wenn sie aus dem Krater des Vulkans herausdringt, die vollkommenste Aehnlichkeit mit schwerflüssigen Massen hat, die durch ein Gebläse von Knallgas in Fluſs gebracht sind. Er ist daher der Meinung, daſs das verdichtete und entzündete Knallgas die Hauptursache von den furchtbaren Wirkungen der Vulkane sey. Annal. der Phys. LXIII. Bd. S. 55 ff.

Digitized by Google

Alsdann aber entsteht die Frage, auf welche Art wir uns ihre Wirkung zu denken haben. Sollen wir annehmen, daſs sie sich jenseits der Erdrinde anhäufen, und dort ihre Wirkung gegen diese ausüben, so daſs sie sie bis zu ihrer Oberfläche erschüttern, und zum Theil durchbrechen? oder sollen wir sie uns innerhalb der Erdrinde selbst gedenken? Nothwendig würde die zur Erschütterung und Durchbrechung der ganzen Erdrinde erforderliche Kraft ohne allen Vergleich gröſser seyn müssen, als diejenige, durch welche nur ein Theil derselben in Bewegung gesetzt wird. Nun können wir zwar den Kräften der Natur keine Grenzen bestimmen, oder entscheiden, welche Gröſse die Kräfte der Natur erreichen können, oder nicht; indessen ist es eben so gewagt, diesen Kräften jede beliebige Gröſse, nach dem Bedürfniſs unserer Erklärungsart, beyzulegen.

Ein Grund, warum man den eigentlichen Sitz eines Erdbebens in so groſse Tiefen verlegen zu müssen glaubt, ist die groſse Schnelligkeit und Weite, mit und zu welcher sich oft die Stöſse desselben fortpflanzen. So wie die Wirkungen einer gesprengten Mine sich desto weiter erstrecken, je tiefer diese angelegt ist, so urtheilt man, müssen auch die Erschütterungen eines Erdbebens desto weiter reichen, je tiefer der Punkt liegt, von welchem sie ausgehen. Es scheint mir aber, daſs man die Theorie der Minen nicht ganz mit Recht auf die Wirkungsart der Erdbeben anwendet. Denn von einer gesprengten Mine verbreiten sich die Stöſse nach allen Seiten ziemlich gleichförmig, und ihre Stärke nimmt mit der Entfernung ab. Nicht so bey einem Erdbeben. Hier erfolgt die Fortpflanzung nur nach gewissen Richtungen, oft nach der einen Seite hin nur auf geringe, nach einer andern auf sehr groſse Entfernungen; und nicht selten sind die Wirkungen an entferntern Punkten heftiger, als an näher liegenden — so daſs

Digitized by Google

man sieht, es ist nicht die mechanische Fortpflanzung des Stoſses, die hier wirkt, sondern es liegen besondere Ursachen dabey zum Grunde. Fast jedes Erdbeben liefert uns einen Beleg hierzu. Ein auffallendes Beyspiel aber giebt uns das oben öfters angeführte Erdbeben von Caracas am 26. März 1812. Dieses nahm seinen Gang, wie Humboldt beschreibt, vornehmlich von ONO nach WSW. Ortschaften und Gegenden, die näher bey der Hauptstadt, wo der stärkste Ausbruch erfolgt war, liegen, blieben fast ganz verschont, oder wurden nur wenig erschüttert, während in entferntern Punkten die Wirkungen viel heftiger und zerstörender waren. Diese Art der Fortpflanzung ist sehr begreiflich, wenn wir uns denken, daſs sie von der Richtung der Spalten, Klüfte, Höhlen in dem Innern der Erde, und der Art, wie diese mit den zerstörenden Gasarten angefüllt sind, abhängig ist. Der Stoſs einer Mine pflanzt sich gerade durch das feste Erdreich am besten fort, die Erschütterungen eines Erdbebens hingegen scheinen durch die hohlen Zwischenräume in der Erde fortgeführt zu werden.

Daſs es aber in dem Innern der Erde Verbindungen durch hohle Zwischenräume, von welcher Gestalt auch diese seyn mögen, auf sehr groſse Weiten geben müsse, hat Humboldt vortrefflich gezeigt, indem er den unverkennbaren Zusammenhang zwischen manchen vulkanischen Erscheinungen und manchen Erdbeben, in sehr entfernten Gegenden von einander, darthut. Hieher gehört die Beobachtung, daſs die dicke Rauchsäule, die seit mehrern Monaten aus dem Vulkan in der Nähe von Pasto ununterbrochen herausstieg, in derselben Stunde verschwand, wo 60 Meilen davon die Städte Riobamba, Hambato, und Tacunga durch einen gewaltsamen Erdstoſs zerstört wurden. Diese Erscheinung ist der oben angeführten ähnlich, die man zur Zeit des Erdbebens in Lis-

Digitized by Google

sabon am Vesuv wahrnahm; und sie scheint ein offenbarer Beweis, daſs hier eine Wirkung von auſsen nach dem Innern des Berges zu statt fand — ein Eindringen der atmosphärischen Luft, wie es oben dargestellt worden ist, in den Krater des Berges. Ein Ausbruch einer elastischen Flüssigkeit aus dem Innern hätte wohl einen Theil der Rauchsäule an die Seite drängen, aber sie nicht ganz zum Verschwinden bringen können, und würde vielmehr eine noch gröſsere Menge von Rauch aus dem Innern herausgeführt haben. — Ob nun diese Verbindung zwischen dem Krater eines Vulkans und dem Heerde eines Erdbebens jenseits der Erdrinde, oder in ihr selbst zu suchen ist, dürfte schwerlich ausgemacht werden können, so lange uns die Beschaffenheit des Innern der Erde jenseits ihrer Hülle gänzlich unbekannt ist.

Liegt die Ursache der Erdbeben auſserhalb der Erdrinde, so hat die Beschaffenheit der letztern keinen Einfluſs auf die Entstehung derselben. Wir sehen aber, daſs gewisse Gegenden den Erdbeben vorzugsweise ausgesetzt sind, und daſs selbst in diesen die Erdbeben einem gewissen Strich vorzüglich folgen. Dieſs scheint also von der besondern Beschaffenheit und Gestaltung des dortigen Bodens herzurühren. Es fehlt nur noch an hinreichenden Beobachtungen über den eigenthümlichen Character der den Erdbeben am meisten ausgesetzten Erdstriche. Es scheint jedoch, daſs es eben diejenigen sind, in welchen Wasserstoffgas und Kohlenstoffgas in vorzüglicher Menge angetroffen werden.

Endlich ist noch zu bemerken, daſs die Erschütterungen eines Erdbebens sich nicht selten unter das Meer hin fortpflanzen; und auch hieraus hat man auf die groſse Tiefe, in welcher der Heerd desselben liegen müsse, geschlossen. Indessen folgt daraus noch nicht, daſs er jenseits der Erdrinde zu suchen sey, da diese selbst es ist, welche den Meeresbo-

Digitized by Google

den ausmacht. Von allen Geologen wird dieser als die Fortsetzung der festen Erdoberfläche angesehen, und überall, wo er untersucht worden ist, hat man in ihm dieselben Erd- und Steinarten, wie auf dem trocknen Lande, gefunden. Wollen wir also den Ursprung der Erderschütterungen nicht noch in groſse Tiefen unter die Tiefe des Meeres setzen, so wird er in die Erdrinde selbst fallen; und in der That werden sie auch um so eher vermögen das Meer bis zu seiner Oberfläche zu erschüttern, je näher sie dem Grunde desselben liegen. Uebrigens dürfte es noch eine eigene Schwierigkeit haben zu bestimmen, bis zu welcher Tiefe das, was wir mit dem Namen der Erdrinde bezeichnen, sich erstrecke; und dann läſst sich auch wohl mit Grund vermuthen, daſs, wie schon oben bemerkt worden ist, nicht alle Erdbeben in gleicher Tiefe entstehen.

Digitized by Google

II.

Ueber die

magnetischen Erscheinungen

und deren Verbindung

mit der

Elektrizität.

Digitized by Google

— — adhuc sub judice lis est.

Horat.

Digitized by Google

Die magnetischen Erscheinungen, die zum Theil schon seit Jahrtausenden bekannt sind, haben den menschlichen Forschungsgeist vielfach beschäftigt. Denn so augenscheinlich die Wirkungen in ihnen sind, so verborgen ist die Ursache, welche sie hervorbringt. Es hatte daher immer einen besondern Reiz für den menschlichen Geist dieses Dunkel zu enthüllen, und ein Geheimniſs der Natur gleichsam aufzudecken. Wo man aber nicht klar sehen konnte, da suchte man sich durch Möglichkeiten, die man erdachte, zu helfen. So entstanden mancherley Hypothesen über die Natur des Magnets und seine Wirkungsart, von denen aber keine als erwiesen angesehen werden konnte. Es war daher natürlich, daſs man jede neue Thatsache, die mit jenen Erscheinungen zusammenhängt, eifrigst auffaſste und aufmerksam verfolgte — nicht nur weil jede neue Erkenntniſs der Natur an sich wichtig ist, sondern auch weil man durch sie zu neuen Aufschlüssen über die wahre Beschaffenheit des Magnets zu gelangen hoffte. Die Entdeckung von Oersted wirkte wie ein elektrischer Schlag auf alle Physiker, und setzte alles in Bewunderung und Thätigkeit. In ihr zeigte sich eine, zwar vorher schon oft vermuthete, aber noch nie deutlich erkannte Verbindung zwischen zwey wunderbaren Kräften — der Elektrizität und dem Magnetismus. Mit dieser Entdeckung war ein neues Feld der Untersuchung eröffnet, das eine reiche Ausbeute gewährte. Fast täglich wurden neue Erscheinun-

Digitized by Google

gen beobachtet, neue Thatsachen entdeckt. Aber eben hieraus entstanden auch neue Schwierigkeiten: wie sollten alle diese Erscheinungen unter sich, wie mit den bereits bekannten in Verbindung gebracht werden? welches ist das Gesetz, auf welches sich eine Erklärung derselben gründen läſst? und was wird durch sie über die Natur des Magnets bestimmt. Das sind die Fragen, welche die Physiker jetzt mehr als je beschäftigen, und deren Beantwortung für unsre gesammte Kenntniſs der Natur von gröſster Wichtigkeit ist. Allein je gröſser die Menge der hieher gehörigen Thatsachen, und je mannigfaltiger ihre Beschaffenheit ist, um desto nöthiger wird es, sie so zu ordnen und zusammenzustellen, daſs man eine vollständige Uebersicht derselben erhalte; ferner, das ausgemachte und erwiesene von dem ungewissen und hypothetischen zu sondern; und endlich die Hypothesen, deren bereits mehrere zur Erklärung dieser Erscheinungen aufgestellt sind, sorgfältig zu prüfen. Dieſs ist der Zweck der vorgelegten Aufgabe, die wir hier mit den eigenen Worten der Gesellschaft anführen wollen.

„Da es für die Fortschritte der Physik wichtig ist, daſs „in allen Theilen das sicher bekannte von dem wahrscheinlichen getrennt werde, so verlangt die Gesellschaft 1) eine „kurze Aufzählung aller *von der magnetischen Kraft* „hervorgebrachten gut bekannten Erscheinungen; 2) eine „genaue Sonderung, aus der sich sehen läſst, welche magnetischen Erscheinungen sich auf eine gut gegründete Weise „erklären lassen, und welche zur Erklärung erdachten Hypothesen noch zu wenig gegründet sind, um sich auf sie verlassen zu können; 3) eine Nachweisung, ob die electromagnetischen Versuche Oersted's, Ampere's und anderer „etwas über diesen Gegenstand mit Sicherheit ausgemacht „haben, oder ob man nicht vielmehr Ursache habe, die über

Digitized by Google

„diese Versuche gemachten Theorieen als noch zweifelhaft „und ungegründet zu betrachten.“

Wenn hier zuerst die Frage ist, welche Erscheinungen wir mit Zuverläſsigkeit als Wirkungen der magnetischen Kraft ansehen können, so müssen wir wohl zuerst bey denjenigen Erscheinungen stehen bleiben, die vor der Oersted'schen Entdeckung bekannt waren; weil der letztern sowohl selbst, als der mit ihr zusammenhängenden Erscheinungen unter Nr. 3 besonders gedacht werden soll.

Unter allen Wirkungen, welche dem Magnet zugeschrieben werden können, ist wohl keine ausgemachter und unbezweifelter, als die, *welche er auf das Eisen ausübt*, und welche darin besteht, *daſs er dasselbe anzieht und mit einer gewissen Stärke festhält.* Diese Wirkung, die bey dem Magnet am meisten in die Augen fällt, ist auch am längsten bekannt gewesen.

Man bemerkt indessen leicht, daſs sich diese anziehende Kraft nicht an allen Stellen des Magnets in gleicher Stärke zeigt, sondern daſs sie in zwey auf entgegengesetzten Seiten liegenden Punkten, welche man mit dem Namen der *Pole* bezeichnet, am stärksten ist. Die gerade Linie, die man sich durch beyde Pole in dem Innern des Magnets denkt, heiſst *die Achse* desselben. Die Stärke der Anziehung nimmt ab, je weiter man von dem einen Pol nach dem andern hin geht, und ungefähr in der Mitte zwischen beyden, in einer auf die Achse senkrechten Ebene, ist sie gleich Null.

Eine andere nicht minder zuverläſsige Wirkung ist die, *welche zwey Magnete gegenseitig auf einander ausüben.* Diese besteht aber nicht blos in Anziehung, sondern auch in *Zurückstoſsung*: jeder der beyden Pole des einen Magnets zieht nur den einen Pol des andern an,

Digitized by Google

und stöſst den andern Pol desselben ab; doch so, daſs derjenige Pol des letztern, welchen der eine Pol des erstern Magnets anzieht, von dem andern abgestoſsen; und derjenige, welchen jener abstöſst, von diesem angezogen wird. Bezeichnet man z. B. die Pole des einen Magnets durch A und B, und die des andern durch a und b, und die Pole A und a ziehen einander an, so ziehen auch B und b einander an; dagegen stoſsen A und b einander zurück, und eben so B und a. Dieses Verhalten der Pole zweyer Magnete gegen einander bezeichnet man durch die Benennung: *freundschaftliche* und *feindschaftliche* Pole, indem man unter jenen diejenigen versteht, welche einander anziehen, und unter diesen diejenigen, welche einander abstoſsen.

Da das Eisen der Wirkung des Magnets in einem vorzüglichen Grade unterworfen ist, so können auch andere Körper, *welche Eisen in ihrer Mischung enthalten*, von dem Magnet angezogen werden. Freylich wird in diesem Fall die Anziehung um desto schwächer, je geringer der Antheil des beygemischten Eisens ist. Es kann daher nöthig seyn, um die Anziehung zu entdecken, daſs man sich nicht nur eines starken Magnets bediene, sondern auch den zu untersuchenden Körper in eine Lage bringe, in welcher er selbst durch eine geringe Kraft in Bewegung gesetzt werden könne. Ein hierzu taugliches Verfahren hat schon BRUGMANNS gelehrt *).

Man hat aber auch gefunden, daſs der Magnet auf mehrere Körper, in welchen sich gar kein Eisen finden läſst, einen Einfluſs zeige. Dieſs ist vornehmlich der Fall mit dem

*) Philosoph. Versuche über die magnet. Materie etc. Aus dem Latein. übers. u. herausgegeb. von *Ch. G. Eschenbach*. Leipz. 1784. 8.

Digitized by Google

Kobalt und Nickel **). Ja Coulomb glaubte sich durch seine Beobachtungen berechtigt, zu schlieſsen, daſs alle Körper von dem Magnet angezogen würden. Indessen ist die Anziehung bey den meisten so gering, daſs sie nur bey einem sehr subtilen Verfahren wahrgenommen werden kann, und selbst da in vielen Fällen noch zweifelhaft bleibt; so daſs auch Coulomb seine frühere Behauptung späterhin wieder eingeschränkt hat.

Die Verbindung, die zwischen dem Magnet und dem Eisen statt findet, zeigt sich in einem noch höhern Grade dadurch, *daſs das Eisen selbst in einen Magnet umgebildet werden kann*, und zwar ohne die geringste äuſserlich wahrzunehmende Veränderung in ihm. Man nennt ein solches magnetisch gemachtes Eisen einen *künstlichen* Magnet, im Gegensatz der *natürlichen* Magnete, d. i., derjenigen Körper, die schon von Natur die magnetische Kraft besitzen, oder, als Magnete in der Erde gefunden werden, und welche bekanntlich in die Klasse der *Eisenerze* gehören.

Um ein Eisen magnetisch zu machen, ist es schon hinreichend, daſs es nur mit dem einen Pol eines Magnets in Berührung komme. Daher geschieht es, daſs, wenn man ein Stückchen Eisen durch den einen Pol eines Magnets anziehen läſst, sich an dasselbe ein anderes kleineres Stückchen anhängen kann; an dieses wiederum ein drittes; an dieses wohl ein viertes, und so mehrere nach einander — indem durch den Einfluſs des magnetischen Pols ein jedes selbst in einen schwachen Magnet verwandelt wird, und das eine das

---

*) Den neuern Beobachtungen *Arago's* zufolge, von denen weiter unten, im Nachtrage, die Rede ist, sind alle Metalle, und sogar andere Substanzen der Einwirkung des Magnets fähig.

andere anzieht. Dieser Magnetismus verliert sich jedoch bald wieder in dem Eisen, wenn es von dem Magnet entfernt wird.

Nimmt man aber statt des bloſsen Eisens Stahl, und berührt diesen nicht blos mit dem einen Pol eines Magnets, sondern bestreicht ihn mit demselben auf die bekannte Weise, so läſst sich ein bleibender Magnetismus in ihm hervorbringen, und man erhält dadurch einen künstlichen Magnet, der dieselben Erscheinungen, wie ein natürlicher, zeigt: er hat zwey auf entgegengesetzten Seiten liegende Pole, deren jeder anderes Eisen anzieht, und auf die Pole eines andern, natürlichen oder künstlichen, Magnets theils anziehend, theils abstoſsend wirkt.

Man kann den künstlichen Magneten eine beliebige Form geben, und man hat sie gemeiniglich als kleine prismatische Stäbe, oder in Gestalt eines Hufeisens gekrümmt. Der natürliche oder künstliche Magnet, welcher zur Verfertigung eines künstlichen angewandt wird, verliert dadurch, bey einem gehörigen Verfahren, nichts von seiner eigenthümlichen Kraft, zum Beweise, daſs diese Magnetisirung nicht in einer Mittheilung der eignen Kraft des Magnets besteht.

Die Wirkung, welche ein Magnet auf einen andern oder auf Eisen ausübt, zeigt sich nicht blos bey unmittelbarer Berührung, sondern auch schon in einiger Entfernung; und diese kann desto gröſser seyn, je stärker die Kraft des Magnets ist. Es ist auch nicht nöthig, daſs beyde Körper einander frey und offen genähert werden; die magnetische Kraft wirkt auch durch eine dazwischen gehaltene Scheidewand von Glas, Holz, Pappe, Metall, oder einem andern Material hindurch; und man kennt keinen Stoff, der ihre Kraft gänzlich zurückzuhalten fähig wäre. Bekannt ist der Versuch, bey welchem Eisenfeilspäne, die auf eine Glasplatte oder Papp-

Digitized by Google

scheibe gestreut sind, durch einen darunter gehaltenen Magnet in Bewegung gesetzt und dahin gebracht werden, sich in krumme Linien um den Magnet herum zu ordnen. Eine Magnetnadel auf einen Tisch gestellt kann durch einen unter den Tisch gehaltenen Magnet aus ihrer Richtung gebracht werden. Sehr starke Magnete können durch die Wand eines Zimmers hindurch auf eine empfindliche Magnetnadel wirken.

Indessen ist gewiſs, daſs auch ohne Dazwischentreten eines dritten Körpers die Wirkung eines Magnets auf den andern desto schwächer wird, je weiter man beyde von einander entfernt. Nach Coulomb's und anderer Beobachtungen nimmt die Stärke der Anziehung im Verhältniſs *des Quadrats* der Entfernung ab; doch ist dieſs nicht ganz entschieden.

Uebrigens findet, wie leicht zu erachten, in der Stärke *verschiedener*, sowohl natürlicher als künstlicher, Magnete die allergröſste Verschiedenheit statt. Ein Verfahren sich künstliche Magnete von groſser Stärke zu verschaffen, hat neuerlich Steinhaeuser gelehrt *).

Auch kann die Kraft eines und ebendesselben Magnets durch mancherley Ursachen sich ändern. Durch eine unzweckmäſsige Behandlung oder schlechte Aufbewahrung desselben wird sie geschwächt. Man bemerkt aber auch bisweilen, daſs Magnete das Gewicht, welches sie gewöhnlich zu tragen pflegen, fallen lassen, ohne daſs eine Vernachlässigung, oder ein Stoſs, oder irgend eine Erschütterung Schuld daran wäre. In solchen Fällen muſs eine uns unbekannte Ursache in der Atmosphäre, oder in dem Erdkörper, oder wo es

*) *Schweigger's* neues Journal für Chemie und Phys. (Neue R.) III. Bd.

Digitized by Google

sonst sey, eine kleine Veränderung der magnetischen Kraft hervorbringen. Eben so hat man bey manchen Naturerscheinungen, z. B. Nordlichtern, Erdbeben, bisweilen ein Schwanken, gleichsam eine Unruhe, der Magnetnadel wahrgenommen.

In andern Fällen mögen durch andere, uns ebenfalls unbekannte und unsichtbare, Einflüsse auch wohl kleine Verstärkungen der magnetischen Kraft hervorgebracht werden, ohne daſs wir dieses wahrnehmen.

Einen entschiedenen Einfluſs auf die Stärke eines Magnets hat die Temperatur desselben, und zwar wird die magnetische Kraft durch Erhöhung der Temperatur geschwächt, durch Verminderung derselben gestärkt, wie schon CANTON beobachtet, und CAVALLO bestätigt gefunden hat*).

Was aber die Wirkung des Magnets auf erhitztes Eisen anbetrifft, so sind die Beobachtungen verschiedener Physiker darüber nicht so übereinstimmend. Nur damit treffen sie meistens zusammen, daſs weiſs glühendes Eisen gar nicht von Magneten angezogen wird. Dieses wird durch die Beobachtungen von BRUGMANNS, CAVALLO, und neuerlichst durch die von BARLOW auſser Zweifel gesetzt**). Vermindert sich die Glühhitze, so zeigt sich sogleich Anziehung der Magnetnadel — ja es scheint, daſs diese bey einem gewissen Grade der Hitze stärker als bey dem erkalteten Eisen sey. Jedoch ist es hierbey nicht gleichgültig, ob die Eisenstange, mit welcher der Versuch

---

*) S. *Cavallo's* theoret. u. prakt. Abhandl. vom Magnet etc. Aus dem engl. übers. Leipzig, 1788. S. 101 f. Vergl. *Saussure's* Reisen durch die Alpen etc. (übers. von *Wyttenbach*) II. Th. §. 459.

**) S. *Brugmanns* a. a. O. 4ter Satz. S. 48 ff. *Cavallo* a. a. O. S. 189 ff. — *Gilberts* Annal. der Phys. LXXIII. S. 229 ff.

Digitized by Google

gemacht wird, in der Richtung der magnetischen Neigungsnadel liegt oder nicht. Im erstern Fall hat Barlow sogar einen gewissen Grad des Rothglühens wahrgenommen, wo die Anziehung der Nadel gegen die Stange in Zurückstoſsung, oder umgekehrt die Zurückstoſsung in Anziehung übergieng; und diese anomale Wirkung war nach der Mitte der Stange zu stärker, als nach den Enden hin. — Unstreitig verdienen diese merkwürdigen Versuche noch eine sorgfältige Wiederholung und Abänderung.

Natürliche Magnete können durch Armirung d. i. durch Belegung ihrer Pole mit einem dünnen Eisenblech, das sich in eine Art von Fuſs endigt, beträchtlich verstärkt werden. In manchen Fällen läſst sich die Kraft eines Magnets dadurch etwas vergröſsern, daſs man das Gewicht, welches er zu tragen hat, nach und nach etwas vergröſsert; oder daſs man ihn mit einem stärkern Magneten bestreicht oder sonst auf eine schickliche Weise in Verbindung bringt. Indessen hat diese Vergröſserung, wie leicht zu erachten, nach der Gröſse und Beschaffenheit des Magnets ihre Grenze, und kann ein gewisses Maximum nicht übersteigen. Auf der andern Seite nimmt die Kraft eines Magnets ab, wenn man ihn gleichsam ganz auſser Thätigkeit setzt, indem man ihn entweder gar kein Gewicht tragen läſst, oder, auſser aller Verbindung mit andern in einer Lage, die von der Richtung der Magnetnadel an diesem Orte verschieden ist, aufbewahrt.

Eine andere Hauptklasse von Erscheinungen, welche sich sowohl bey den natürlichen, als künstlichen Magneten auf gleiche Weise zeigen, betrifft die Richtung, die sie annehmen, wenn sie in eine solche Lage gesetzt werden, daſs sie sich frey bewegen können. Man bemerkt alsdann, daſs sie sich stets mit derselben Seite nach einerley Himmelsgegend wenden, und zwar mit dem einen Pol nach der nörd-

Digitized by Google

lichen, und mit dem andern nach der südlichen Seite des Himmels. Man hat daher jenen sonst einstimmig den Nordpol, diesen den Südpol des Magnets genannt. Diese Richtung läſst sich besonders gut an künstlichen Magneten wahrnehmen, denen man die Form dünner und langer Stäbchen oder Nadeln giebt, an deren Enden die magnetischen Pole liegen, und die vermittelst eines in der Mitte angebrachten Hütchens auf einem spitzigen Stifte ruhen, auf welchen sie sich wenigstens in horizontaler Richtung frey herumdrehen können. Bey dieser Einrichtung führen sie den Namen der Magnetnadeln, und machen eines der wichtigsten physikalischen Werkzeuge aus, das unter andern in der Schifffahrt unter dem Namen des Kompasses von dem gröſsten Nutzen ist. Man hat sie zu den verschiedenen Zwecken von verschiedener Gröſse, Feinheit, Empfindlichkeit, auch wohl mit mancherley Neben-Vorrichtungen versehen.

Diese Eigenschaft des Magnets war den alten Griechen und Römern unbekannt; man hat sie als eine neuere Entdeckung zu betrachten; doch ist es nicht entschieden, wenn, von wem, und unter welchem Volke sie gemacht worden ist.

Die Linie, welche die Richtung der Magnetnadel an irgend einem Orte bezeichnet, nennt man den magnetischen Meridian dieses Ortes. Dieser fällt aber an den wenigsten Orten der Erde mit der Richtung des geographischen Meridians zusammen; vielmehr weicht er an den meisten Orten — mehr oder weniger — davon ab. Indessen zeigt sich doch in der Art und Gröſse der Abweichung eine gewisse Regelmäſsigkeit. Es läſst sich nehmlich durch diejenigen Orte, in welchen der magnetische Meridian mit dem geographischen zusammenfällt, eine zusammenhängende krum-

Digitized by Google

me Linie ziehen, welche man die *Linie ohne Abweichung* nennt. Zu beyden Seiten dieser Linie findet eine Abweichung statt, die aber in der Nähe derselben nur gering ist, und mit der Entfernung von derselben bis auf einen gewissen Punkt zunimmt. Dabey geht die Abweichung auf der östlichen Seite der Linie nur *westwärts*, und auf der westlichen nur *ostwärts*, und es lassen sich wiederum durch die Orte von gleicher Abweichung zusammenhängende Linien ziehen, die nicht etwa bunt durch einander laufen, sondern auf eine regelmäſsige Weise fortgehen. Verzeichnet man dergleichen Linien nach einer bestimmten Ordnung — etwa von 5 zu 5 Graden der Abweichung — auf einer Karte der Erdkugel, so erhält man eine sogenannte *Abweichungs-Karte*; dergleichen Halley zuerst zu verfertigen gesucht, und Hansteen in seinem neuerlich erschienenen vortrefflichen Werke *) vollständiger geliefert hat.

Die Linie ohne Abweichung aber behält ihre Lage *nicht unveränderlich*, sondern sie ist auf unserer Seite der Erdkugel seit geraumer Zeit immer weiter gegen Westen fortgerückt; und eben so haben auch die andern Linien von gleicher Abweichung ihre Lage allmählig verändert. Man kann sich von dieser Veränderung ungefähr einen Begriff machen, wenn man weiſs, daſs *die Linie ohne Abweichung im Jahr 1666* durch Paris und einen Theil von Europa gegangen ist, und daſs sie jetzt durch den östlichen Theil von Südamerica geht. So weit ist sie also in dieser Zeit allmählig vorgerückt; unterdessen hat die Magnetnadel in Paris eine immer gröſsere Abweichung gegen Westen bekommen, die bis über 22 Grade gestiegen war, seit

*) Untersuchungen über den Magnetismus der Erde etc. Christiania, 1819. 4.

Digitized by Google

ein paar Jahren aber wieder abzunehmen angefangen hat. Es ist also ein sehr merkwürdiger Umstand, daſs die Richtung der Magnetnadel nicht nur an verschiedenen Orten der Erde verschieden ist, sondern daſs sie sich auch an demselben Orte mit der Zeit verändert.

Man kann aber an einer Magnetnadel noch eine andere Richtung wahrnehmen, wenn man sie so aufhängt, daſs sie sich in einer vertikalen Ebene frey um ihren Mittelpunkt drehen kann. Bringt man sie alsdann in die Ebene des magnetischen Meridians, so nimmt sie, an den meisten Orten der Erde, nicht eine horizontale Stellung an, sondern richtet sich unter einem gewissen Winkel, der für jeden Ort seine bestimmte Gröſse hat, gegen die Ebene des Horizontes, und zwar in der nördlichen Halbkugel der Erde, mit dem Nordpol niederwärts gekehrt. Diesen Winkel nennt man den Neigungswinkel der Magnetnadel.

Der Neigungswinkel ist, so wenig wie der Abweichungswinkel, an allen Orten der Erde gleich. In der Nähe des Aequators ist er, im allgemeinen genommen, kleiner, als weiter nach den Polen hin. Es läſst sich selbst eine zusammenhängende Linie angeben, die nahe an dem Aequator hinläuft und ihn an verschiedenen Stellen durchschneidet, unter welcher die Magnetnadel keine Neigung hat, oder wo der Neigungswinkel = Null ist. Man nennt sie den magnetischen Aequator der Erde *). Die Lage desselben wird von verschiedenen Physikern etwas verschieden bestimmt. Zu einer genauen Bezeichnung desselben fehlt es noch an

*) Sonst versteht man auch unter dem magnetischen Aequator diejenige horizontale Linie, welche an einem jeden Ort die Richtung des magnetischen Meridians daselbst rechtwinklig durchschneidet.

Digitized by Google

hinreichenden Beobachtungen. Auf beyden Seiten desselben aber nimmt der Neigungswinkel um so mehr zu, je weiter man sich von ihm entfernt.

Auch dieser Winkel ändert sich an denselben Orten mit der Zeit; indessen geht diese Aenderung viel langsamer von statten, als die der Abweichung, und beträgt nur wenig.

Man hat auch versucht magnetische Neigungskarten zu verfertigen. Zuerst ist dieſs von Wilke geschehen; vollständiger von Hansteen in dem oben angeführten Werke.

Auſser der Aenderung, welche die Richtung der Magnetnadel an einem und ebendemselben Orte mit der Zeit erleidet, finden kleine Aenderungen der Abweichung in plus und minus — gleichsam ein Hin- und Hergehen, ein kleines Schwanken — alle Tage statt. Man bezeichnet diese mit dem Namen der täglichen Variation. Sie ist nicht einen Tag so groſs wie den andern, und beträgt immer nur wenige Minuten, erfolgt aber mit einer gewissen Regelmäſsigkeit. In Absicht auf die Inclination hat man dergleichen Veränderungen nicht mit derselben Bestimmtheit wahrgenommen, unstreitig, weil sie zu klein sind, als daſs man sie ohne groſse Schwierigkeit entdecken könnte.

So wie die Magnetnadel also an einem jeden Orte gleichsam bestimmt ist, eine gewisse Richtung anzunehmen, so erfährt auch ein eiserner unmagnetischer Stab, wenn er in dieselbe Richtung gebracht wird, den Einfluſs einer magnetischen Kraft, und wird nach und nach magnetisch, ohne daſs man ihm einen andern natürlichen oder künstlichen Magnet nur genähert hätte. Ja es ist nicht einmal nöthig, daſs er genau in die Lage einer richtigen Neigungs-Nadel gestellt wird — es ist genug, wenn er dieser nahe kommt. So wird er schon magnetisch, wenn er in vertikaler Richtung gehalten wird; und der Magnetismus er-

Digitized by Google

zeugt sich desto schneller und stärker in ihm, wenn er in dieser Richtung durch hämmern, schlagen, feilen und dergl. erschüttert, oder gegen den Erdboden gestoſsen wird. An dem untern Ende desselben entsteht alsdann ein Nordpol, und an dem obern ein Südpol. Aendert man darauf die Lage des Eisenstabes, so ändert sich auch die Stärke der magnetischen Kraft in ihm, und kann in gewissen Lagen ganz verschwinden. Kehrt man ihn um, so kehren sich auch bald seine Pole um: der vorige Südpol wird ein Nordpol, und der vorige Nordpol ein Südpol *).

Auch in horizontaler Lage kann ein Eisenstab magnetisch werden, wenn man ihn nämlich in die Richtung des magnetischen Meridians bringt. Das gegen Norden gekehrte Ende wird alsdann der Nordpol, und das gegen Süden gerichtete der Südpol. Hält man ihn dagegen in der Richtung des magnetischen Aequators, so zeigt sich kein Magnetismus in ihm.

Wir sehen aus dieser Erscheinung, daſs sich in der Natur eine magnetische Kraft offenbart, die unabhängig von dem eigentlichen Magnet ist. Man kann sich daher künstliche Magnete selbst ohne Beyhülfe eines andern, künstlichen oder natürlichen, Magnets verschaffen **).

---

*) *Hansteen* behauptet, daſs nicht blos Eisen, in vertikaler Stellung, magnetisch wird, sondern auch ein jeder andere Körper, von welcher Beschaffenheit er auch seyn möge: je gröſser seine Masse, desto merklicher wird der Magnetismus desselben. Das untere Ende wird jederzeit der Nordpol, das obere der Südpol. S. Denkschriften der Münchner Akad. d. Wissenschaften. VII. Bd. — Dieſs wäre eine Bestätigung der oben angeführten Meinung *Coulomb's*, daſs alle Körper dem Einflusse des Magnets unterworfen wären.

**) Ein sehr einfaches und anwendbares Verfahren hierzu — wodurch man Magnete, die 30 Pfund und darüber ziehen, in kurzer

Digitized by Google

Die Erscheinungen des Magnets zerfallen also in zwey Hauptklassen: die einen betreffen seine Anziehungen und Zurückstoſsungen; die andern seine Richtung.

Die erstern lassen sich, wie es scheint, insgesammt auf das Verhalten eines Magnets gegen den andern zurückführen, wovon das Hauptgesetz ist, daſs ungleichnamige Pole einander anziehen, gleichnamige einander zurückstoſsen. Denn die Wirkung des Magnets auf das Eisen beruht eben darauf, daſs dieses, durch die Annäherung eines Magnets, selbst in einen Magnet verwandelt wird, und an der dem Magnet zugekehrten Seite den freundschaftlichen Pol von dem gegen dasselbe gerichteten Pol erhält.

Um diese Erscheinungen zu erklären, hat man immer eine eigenthümliche Materie, die magnetische Materie, angenommen, über deren Beschaffenheit und Verhalten man sich nur verschiedene Vorstellungen machte. Cartesius und andere bis auf Euler, nahmen an, daſs die Materie sich in Wirbeln um den Magnet bewegte, indem sie zu dem einen Pol herein und zu dem andern herausströmte. Zu dieser Vorstellung veranlaſste sie besonders der oben angeführte Versuch mit Eisenfeil auf eine Glasplatte gestreut, unter welcher ein magnetischer Stab befindlich ist — weil die hier entstehenden Linien zum Theil von einem Pol zum andern zu gehen scheinen.

Die Annahme solcher Wirbel aber erklärte die Erscheinungen nur sehr mangelhaft, und man war dabey noch zu

---

Zeit erhalten kann — lehrt unter andern *Scoresby*. S. dessen Tagebuch einer Reise auf den Wallfischfang etc. Aus dem Engl. übers. von *F. Kries*. Hornburg, 1825. 8. S. 71 ff.

Digitized by Google

andern eben so unwahrscheinlichen Voraussetzungen genöthigt, nämlich, der Einwirkung des Aethers, dessen Existenz unerwiesen ist, und gewisser Kanäle in dem Magnet und im Eisen, die mit Klappen versehen wären, die, gleich Ventilen, der magnetischen Materie nur den Durchgang nach einer Seite hin verstatteten.

Viel einfacher war unstreitig die Erklärungsart, welche Brugmanns und Wilke aufstellten, welche zwey magnetische Materien annahmen, die, nach Art der elektrischen, einander gegenseitig anzögen und bänden, von welchen aber die Theilchen einer jeden insbesondere sich unter einander zurückstieſsen. Diese Materien sind im Magnet, im Eisen, und durch die ganze Erde verbreitet, bringen jedoch da, wo sie zusammen vereinigt sind, keine magnetischen Erscheinungen hervor. In ihrer innigsten Verbindung machen sie gleichsam ein magnetisches Null, und können daher durch $+M$ u. $-M$ bezeichnet werden. Im Magnet sind sie, aus Ursachen, die in der natürlichen Beschaffenheit dieses Körpers liegen, nicht völlig gebunden, sondern ungleich vertheilt: auf der einen Seite mehr $+M$, auf der andern mehr $-M$, und nur in der Mitte vereinigt. Im Eisen sind sie von Natur gebunden; durch die Einwirkung eines Magnets aber werden sie zum Theil getrennt oder ungleich vertheilt, und die Beschaffenheit des Eisens ist darin dem Magnet ähnlich, daſs es die ungleiche Vertheilung der magnetischen Materien in seinem Innern fortdauernd erhält, oder nicht gestattet, daſs sie sich von selbst wieder gänzlich vereinigen. Eben so kann ein jeder andere Körper nur in so fern vom Magnet angezogen werden, als die in ihm vorhandenen, aber gebundenen, magnetischen Materien sich zum Theil von einander trennen lassen; und wo dieses nicht möglich ist, da findet auch keine magnetische Anziehung statt.

Digitized by Google

Diese Theorie ist der dualistischen Theorie der Elektrizität ähnlich, und hat dieselbe Schwierigkeit, wie diese nämlich, daſs zwey einander bindende und gebundene Stoffe durch die Annäherung des einen von beyden wieder getrennt werden sollen, da sonst die Zersetzung zweyer chemisch gebundenen Stoffe die Dazwischenkunft eines dritten erfordert, welcher zu einem jener beyden eine gröſsere Verwandtschaft hat, als diese unter sich haben. Giebt man aber diese eigenthümliche Wirkungsart der magnetischen Stoffe auf einander zu, so erklärt diese Hypothese alle Erscheinungen der magnetischen Anziehung und Zurückstoſsung auf eine befriedigende Weise. Die gleichnamigen Pole stossen einander ab, weil sie einerley magnetische Materie enthalten, deren Theilchen einander zurückstoſsen; die ungleichnamigen ziehen einander an, weil die Theilchen der Materien, welche sie enthalten, einander anziehen.

Die Kraft eines Magnets kann verstärkt oder geschwächt werden, je nachdem die beyden Materien in gröſserer oder geringerer Menge nach seinen Polen gedrängt werden, und beyde einander weniger oder mehr beschränken. Daher wird die Kraft des einen Pols in einem magnetischen Stabe verstärkt oder geschwächt, wenn man an den andern Pol den freundschaftlichen oder feindschaftlichen Pol eines zweyten Magnets bringt — weil durch die Einwirkung des letztern die Vertheilung der magnetischen Materien in dem erstern Stabe vergröſsert oder vermindert wird.

Chemische Einwirkungen auf den Magnet oder auf Eisen, die unstreitig die innere Beschaffenheit des Körpers mehr oder weniger ändern, und folglich Ursache seyn können, daſs die Trennung oder ungleiche Vertheilung der magnetischen Materien leichter oder schwieriger von statten geht, müssen auch auf die magnetische Kraft einen Einfluſs

Digitized by Google

haben, und sie entweder verstärken oder vermindern. So kann also eine Aenderung der Temperatur eines Magnets oder des Eisens, die den Zusammenhang der Theile lockerer oder dichter macht, auch die magnetische Kraft oder den Einfluſs derselben vermehren oder vermindern; ingleichen ein Aufguſs gewisser Säuren auf Eisen die Anziehung verstärken *)

Es würde überflüſsig seyn, mehrere einzelne Fälle der Anziehung oder Zurückstoſsung anzuführen und zu zeigen, wie sie sich nach dieser Hypothese erklären — da Brugmanns sie umständlich betrachtet, und die Erklärung derselben mit vieler Consequenz gegeben hat.

Was die zweyte Hauptklasse der magnetischen Erscheinungen, die *bestimmte Richtung* der Magnetnadel betrifft, so stimmen alle Physiker darin überein, daſs die Ursache davon in dem Erdkörper zu suchen sey; aber über die eigentliche Beschaffenheit dieser Ursache finden verschiedene Meinungen statt. Bringt man nämlich in die Nähe einer Magnetnadel einen andern Magnet oder ein Stück Eisen, so kann man die Richtuug derselben dadurch ändern, und ihr eine eben so bestimmte Richtung dadurch ertheilen. Wirkte keine andere Kraft auf die Magnetnadel, so würde sie sich immer mit dem freundschaftlichen Pol gegen den ihr zugekehrten Pol des Magnets, oder, wenn man eine unmagnetische Eisenmasse gegen sie brächte, mit dem nächsten Pol gegen diese kehren. Wenn wir also annehmen, daſs der Erdkörper selbst eine magnetische Kraft besitzt; wenn sich in ihm bestimmte Punkte befinden, die als die magnetischen Pole zu betrachten sind, so wird sich die

---

*) Daſs Vitriolsäure auf Eisen oder Stahl gegossen die Anziehung desselben gegen den Magnet verstärkt, führt unter andern *Cavallo* a. a. O. S. 102 ff.

Digitized by Google

Magnetnadel überall auf der Erde nach diesen Punkten mit ihren freundschaftlichen Polen wenden müssen. Und dieſs ist die Meinung der Physiker.

Eben diese magnetische Kraft der Erde ist dann auch die Ursache, wodurch ein unmagnetischer Eisenstab, in die Richtung einer Magnetnadel gebracht, magnetisch wird. Er befindet sich hier in einer ähnlichen Lage, als wenn er zwischen die freundschaftlichen Pole zweyer Magnete gebracht wird, wodurch er gleichfalls magnetisirt wird, und zwar um desto stärker, je gröſser die Kraft der beyden Magnete ist. An jedem Ende entsteht dabey der freundschaftliche Pol von demjenigen, welcher gegen dasselbe gekehrt ist.

Auf welche Art aber wird der Magnetismus des Erdkörpers hervorgebracht? geschieht es dadurch, daſs in dem Innern der Erde ein groſser Magnetstein verborgen ist? oder, wie Steinhaeuser will, daſs sich gar ein magnetischer Planet innerhalb der Erde bewegt *)? oder, daſs die magnetischen Materien in beyden Halbkugeln der Erde ungleich vertheilt sind? — darüber sind die Meinungen der Physiker noch getheilt. Einige haben wohl gemeint, daſs schon die vielen in dem Innern der Erde befindlichen Eisenmassen hinreichend wären, der Magnetnadel eine bestimmte Richtung zu geben. Allein dagegen streitet schon die Regelmäſsigkeit, mit der die Richtung der Magnetnadel sich an denselben Orten mit der Zeit ändert — welche unmöglich durch die zufälligen Veränderungen in der Vertheilung der Eisenmassen auf und in der Erde bewirkt werden könnte — überdieſs äussert das in den Gebirgen befindliche vererzte Eisen einen so geringen Einfluſs auf die Magnetnadel, daſs die Markscheider

*) S. *Gilberts* Annal. der Phys. LVII. u. LXV. Bd.

Digitized by Google

sich selbst in den Eisenbergwerken des Gruben-Compasses bedienen können.

Die Lage der magnetischen Pole der Erde läſst sich aus der Richtung der Magnetnadel abnehmen, und wir sehen daraus, daſs der eine in der Gegend um den geographischen Nordpol herum liegen muſs. Auch folgt aus dem Gesetz der magnetischen Anziehung, daſs der im Norden befindliche Pol der freundschaftliche von dem Nordpol der Magnetnadel, folglich mit dem Südpol derselben übereinstimmend oder gleichnamig seyn muſs; und eben so muſs der im Süden befindliche magnetische Pol der Erde der freundschaftliche von dem Südpol der Magnetnadel d. i. mit dem Nordpol derselben gleichnamig seyn.

Man hat daher in der That neuerdings angefangen, die Benennungen der Pole einer Magnetnadel umzuändern, und das gegen Norden gekehrte Ende derselben den Südpol und das gegen Süden gekehrte den Nordpol genannt, damit die magnetischen Pole der Erde in Uebereinstimmung mit der Benennung der geographischen Pole stehen möchten — in der That eine unnöthige und nur Verwirrung erzeugende Veränderung. Denn die Benennungen Nord- und Südpol sollen ja nicht die Beschaffenheit der magnetischen Kräfte bezeichnen, sondern nur anzeigen, daſs die eine in dem nördlichen, die andere in dem südlichen Ende der Magnetnadel herrschend ist; und es ist ja wohl natürlicher, sich hierbey nach dem Verhalten der sichtbaren Magnetnadel, die wir täglich vor Augen haben, und nach der man seit Jahrhunderten die Benennung bestimmt hat, als nach den eingebildeten, von keinem Menschen gesehenen, Polen der Erde zu richten.

Eine andere Frage ist, ob es zur Erklärung der Erscheinungen hinreichend sey, nur zwey magnetische Erd-

Digitized by Google

pole anzunehmen, oder ob man deren vier annehmen müsse. Das letztere hatte schon der berühmte Halley behauptet; dagegen suchte Euler zu zeigen, daſs man auch mit zweyen den Erscheinungen gnügen könnte. Neuerdings aber hat Hansteen wieder zu beweisen gesucht, daſs die Erde vier magnetische Pole habe. Ueber diesen Gegenstand finden also noch verschiedene Ansichten statt, und es wird wohl nicht möglich seyn zu einer völligen Gewiſsheit darüber zu gelangen, als bis wir den magnetischen Zustand der Erde vollständig werden kennen gelernt, oder die wahre Ursache der magnetischen Erscheinungen ergründet haben.

Es ist aber nicht genug, zur Erklärung der Richtung der Magnetnadel gewisse magnetische Pole in dem Erdkörper anzunehmen, sondern man muſs diesen auch eine gewisse Bewegung beylegen, um die Veränderlichkeit in der Richtung der Magnetnadel zu erklären. Bis jetzt aber ist es noch nicht gelungen, das Gesetz, nach welchem diese Veränderungen erfolgen, aufzufinden. Man hat sich daher begnügen müssen, gewisse willkührliche Annahmen über die Art der Bewegung der Pole zu machen. Hieraus hat man auch gewisse mathematische Formeln zur Bestimmung der Richtung der Magnetnadel abgeleitet; diese können aber nicht für allgemein gültig angesehen werden, und es läſst sich aus ihnen der Stand der Magnetnadel für jeden Ort und jede Zeit durchaus nicht auch nur mit einiger Zuverläſsigkeit bestimmen.

Ist man aber bis jetzt nicht im Stande gewesen, die Bewegung der magnetischen Pole gehörig zu bestimmen, so hat man noch viel weniger die physische Ursache derselben angeben können, und wir befinden uns hierüber noch in völligem Dunkel. Es ist auch nicht möglich, daſs diese Dunkelheit eher zerstreut werde, als bis wir die wahre Ur-

Digitized by Google

sach des Erdmagnetismus werden aufgefunden haben. Alsdann können wir auch hoffen, die Ursache der täglichen Variation zu ergründen, die man wohl in der Sonnenatmosphäre, oder in der ungleichen Erwärmung der Erdkugel durch die Sonne, oder in magnetischen Kräften der Sonne gesucht, aber nicht mit Zuverläſsigkeit aufgefunden hat*).

Fragen wir also: was ist in Beziehung auf den Magnet — vor Oersted's Entdeckung — als ausgemacht und erwiesen anzusehen? so beschränkt sich dieſs mehr auf einige Thatsachen, als daſs es auch von der Erklärung derselben gelten könnte. Das Verhalten der magnetischen Pole gegen einander, welches wir als das Funtamentalgesetz der magnetischen Erscheinungen anzusehen haben, daſs nämlich gleichnamige Pole einander abstoſsen, ungleichnamige einander anziehen, mag als zuverläſsig und erwiesen zu betrachten seyn. Eben so kann man es für ausgemacht halten, daſs der Erdkörper eine magnetische Kraft besitze, wodurch die Richtung der Magnetnadeln bestimmt, und selbst unmagnetisches Eisen magnetisch gemacht wird. Ist aber die Frage nach der Ursache der magnetischen Wirkungen, sowohl in den Magneten, als in dem Erdkörper, so sind es nur Hypothesen, mit denen wir darauf antworten können. Die Annahme einer magnetischen Materie in jedem Magnete, eines magnetischen Kerns in dem Innern der Erde, oder eine ungleiche Vertheilung der magnetischen Materien in derselben, mag zwar den Erscheinungen

*) Gegründete Einwendungen gegen die Annahme der ungleichen Erwärmung hat unter andern *Hallström* gemacht. S. *Gilberts* Annal. der Phys. XIX. Band. Von magnetischen Kräften der Sonne leitet *Hansteen* (a. a. O. S. 477 ff.) die Erscheinung ab.

Digitized by Google

mehr oder weniger Gnüge leisten, ob sie aber die wahre Beschaffenheit der Sache ausdrücke, bleibt dahin gestellt.

Noch weniger sind wir also im Stande hiernach zu entscheiden, ob die Ursache der magnetischen und der elektrischen Erscheinungen einerley oder verschieden sey. Zwar findet bey den letztern ein ähnliches Gesetz wie bey den erstern statt, daſs nämlich gleichartige Elektrizitäten einander abstoſsen, ungleichartige einander anziehen; auch bringt die Annäherung eines elektrisirten Körpers gegen einen andern unelektrisirten, in der zugekehrten Seite desselben, die entgegengesetzte Elektrizität hervor — wie ein magnetischer Pol in einem ihm zugekehrten unmagnetischen Eisen die entgegengesetzte magnetische Polorität erzeugt — aber wir befinden uns über die wahre Ursache der elektrischen Erscheinungen fast noch eben so sehr im Dunkeln, als über die der magnetischen, geschweige daſs es schon ausgemacht wäre, ob beyde einerley oder verschieden sind.

Um so wichtiger wird nun die Frage: was ist durch Oersted's Entdeckung über diesen Gegenstand aufgeklärt worden? sind wir dadurch in der Kenntniſs der magnetischen Erscheinungen weiter gekommen? hat sie uns die wahre Natur des Magnets kennen gelehrt? und ist durch sie das Verhältniſs der magnetischen und elektrischen Kräfte aufgeklärt worden? Dieses führt uns zu dem dritten Punkt der vorgelegten Aufgabe.

Auch hier wird es zweckmäſsig seyn, zuerst die wirklich neuen Thatsachen und Erfahrungen, welche jene Entdeckung uns gelehrt, und zu welchen sie die Veranlassung gegeben hat, darzustellen; und dann die Hypothesen, die man bereits zur Erklärung derselben aufgestellt hat, in Betrachtung zu ziehen.

Digitized by Google

Mit Recht fangen wir hierbey wohl von der Entdeckung Oersted's selbst an. Diese lehrt uns, daſs, wenn man den elektrischen Leitungsdrath einer Voltaischen Säule, der von einem Pol derselben zum andern geht, nahe über oder unter einer Magnetnadel hinführt, diese sogleich von ihrer Richtung abgelenkt wird, und nach einigen Hin- und Herschwingen, in einer abweichenden Richtung stehen bleibt. Diese neue Richtung behält sie so lange, als der Leitungsdrath seine Lage gegen sie nicht ändert, und als die Säule geschlossen bleibt. Sobald die Schlieſsung aufgehoben wird, kehrt die Nadel in ihre ursprüngliche Stellung zurück.

Hierbey ist es besonders merkwürdig, daſs die Seite, nach welcher die Magneteadel zuerst abweicht, und zuletzt stehen bleibt, durch die Richtung des Leitungsdrathes genau bestimmt ist. Geht der Theil desselben, der vom Zinkpol herkommt, über das nördliche Ende der Nadel nach dem südlichen, und von da nach dem Kupferpol, so weicht das nördliche Ende der Nadel (der Nordpol, nach der gewöhnlichen Sprache) zuerst nach Osten ab, und bleibt zuletzt in einer östlichen Abweichung stehen. Wird hingegen der elektrische Drath von dem Zinkpol über den Südpol der Nadel nach dem Nordpol hin, und von hier nach dem Kupferpol der Säule geleitet, so weicht der Nordpol nach der westlichen Seite ab, und bleibt in einer westlichen Abweichung stehen.

Gerade auf die entgegen gesetzte Weise verhält es sich mit der Richtung der Abweichung, wenn der elektrische Drath unterhalb der Magnetnadel hingeführt wird. Alsdann weicht der Nordpol in dem Falle gegen Westen ab, in welchem

er bey der Leitung oberhalb gegen Osten abwich; und umgekehrt.

Um diese Richtung der Abweichung auf eine allgemeine Art zu bezeichnen, hat man verschiedene Regeln aufgestellt. Oersted selbst hat folgende gegeben: Der Pol, über welchem die negative Elektrizität eintritt, wird nach Westen, der Pol, unter welchem sie eintritt, nach Osten gedreht.

Geht der elektrische Drath zur Seite der Magnetnadel und ihr parallel, so erfolgt keine Abweichung nach Osten oder Westen, sondern eher eine Bewegung aufwärts oder niederwärts.

Die Gröſse der Abweichung hängt zum Theil von der Stärke der Voltaischen Säule ab, doch steht sie nicht genau im Verhältnisse derselben. Vielmehr hat man gefunden, daſs es bey diesen Versuchen mehr auf die Gröſse der Platten, als auf die Menge der Paare derselben ankommt, und daſs die einfache galvanische Kette zureiche, die Erscheinungen hervorzubringen. Dieselbe Menge von Zink- und Kupferplatten, zu einer einzigen galvanischen Kette verbunden, bringt eine stärkere Wirkung hervor, als wenn sie in vielen Paaren zu einer Voltaischen Säule aufgeschichtet ist. Bey Anwendung der einfachen Kette aber hat man zu bemerken, daſs die positive Elektrizität von Kupfer durch den Leitungsdrath nach dem Zink, und aus diesem durch die säuerliche Flüssigkeit nach dem Kupfer hingehe; die negative aber den umgekehrten Weg nehme.

Die Magnetnadel kann bey diesen Versuchen frey, oder, wie gewöhnlich, in einer Büchse eingeschlossen seyn, und der Leitungsdrath über oder unter diese hingeführt werden; die Wirkung erfolgt in beyden Fällen ungefähr auf gleiche Weise. Sie kann aber dadurch sehr verstärkt werden, daſs man

Digitized by Google

den Leitungsdrath mehreremal um die Büchse über und unter der Magnetnadel herum führt — wodurch die *Drathschleife* entsteht, die zuerst Schweigger, und dann Poggendorf angegeben hat *).

An die Entdeckung Oersted's schloſs sich eine zweyte von Arago an, daſs der Leitungsdrath der Volt. Säule auch *auf unmagnetisches Eisen wirken, und es magnetisch machen könne.* Hierzu wird erfordert, daſs der Leitungsdrath queer über oder unter das zu magnetisirende Eisen — nicht nach der Länge desselben — geleitet werde.

Arago fand sogar, *daſs der messingene Leitungsdrath selbst magnetisch* wurde und Eisenfeil anzog, nach Art des Magnets selbst. Dieſs dauerte so lange als die Säule geschlossen blieb; hörte aber den Augenblick auf, sobald die Schlieſsung unterbrochen wurde. Daſs diese Anziehung wirklich magnetischer, und nicht elektrischer Art war, zeigte sich dadurch, daſs nur Eisenfeil, nicht Feilspäne anderer Metalle, angezogen wurde.

Diese Entdeckungen Arago's wurden nachher vielfältig, und besonders durch Davy's und Seebeck's Versuche im Groſsen, bestätigt. Der letztere wandte unter andern eine galvanische Kette an, wobey jedes Metall 31½ Quadratfuſs Fläche ausmachte, und zur Verbindung wurde ein vierkantiger Kupferstab von 4½ Lin. Dicke gebraucht. Dieser trug, wenn er mit dünnen eisernen Schienen, die am Ende kleine Stollen hatten, armirt wurde, ein Gewicht von 2 Pfunden u. 2½ Unze. „Bey Vergröſserung der einfachen Kette," setzt er „hinzu, „bis zu Flächen von 200 Quadratfuſs, fand ich die

*) Hierbey muſs der Drath mit Seide umwunden seyn, damit die Elektrizität nach allen Windungen desselben durch ihn hindurch geleitet werde.

Digitized by Google

„magnetische Spannung stets wachsend, und immer der „Gröſse der Flächen und der Energie der chemischen Wir- „kung proportional *).“ Stricknadeln, die queer über den kupfernen Leitungsstab gestrichen wurden, erhielten einen bleibenden Magnetismus; und zwar zeigte sich hierbey überall rund um den Stab herum nach der einen Seite hin das $+M$, nach der andern das $-M$, wirksam. — Nach Davy's Versuchen wurde ein Platindrath von 7—8 Fuſs Länge und $\frac{1}{20}$ Zoll Dicke, durch eine Säule von 100 Plattenpaaren (zu 4 Quadratzoll) nach seiner ganzen Länge magnetisch und zog Eisenfeil an; und selbst das Eisenfeil zweyer solcher Apparate zog einander wechselseitig an, oder stieſs sich zurück, je nachdem die Dräthe in gleichem oder entgegengesetztem Sinn von der Elektrizität durchströmt wurden, wie Eisenfeil an den freundschaftlichen oder feindschaftlichen Polen zweyer Magnete **).

Ungefähr um dieselbe Zeit, als Arago seine Entdeckung machte, entdeckte Ampere, daſs, wenn zwey elektrische Leitungsdräthe einer Volt. Säule, von denen wenigstens der eine beweglich ist, einander in paralleler Richtung nahe gebracht werden, sie einander anziehen, oder zurückstoſsen, je nachdem die Elektrizität in gleichem, oder in entgegengesetztem Sinne durch sie hindurch geleitet wird. Diese Wirkung aber ist von dem gewöhnlichen elektrischen Anziehen und Abstoſsen, das von der Beschaffenheit der Elektrizität, nicht von der Richtung ihrer Fortleitung abhängt, ganz verschieden. Da nun die Fortleitung der Elek-

*) S. *Seebeck's* Abhandl. über den Magnetismus der galvanischen Kette — in der Abhandl. der physikal. Klasse der königl. Preuſs. Akad. d. Wissenschaften 1820—1821. — Berl. 1822. 4.

**) *Gilberts* Annal. der Phys. 1822. 7. St.

Digitized by Google

trizität in der Volt. Säule als eine *Strömung der elektrischen Materie* angesehen wird, so drückt Ampere seine Entdeckung so aus: *parallele elektrische Ströme, die nach einerley Richtung gehen, ziehen einander an; die nach entgegengesetzter Richtung flieſsen, stoſsen einander ab.*

Nicht ohne Grund kann man an diesem Ausdruck einer an sich ganz richtig beobachteten Erscheinung einen Anstoſs nehmen. Die Leitungsdräthe, in denen durch den Einfluſs der galvanischen Elektrizität eine magnetische Kraft rege wird, ziehen einander an, oder stoſsen einander ab — ob es aber elektrische Ströme sind, die sich anziehen oder abstossen, ist dadurch noch nicht erwiesen. Ampere sucht sich auch gegen diesen Einwurf dadurch zu verwahren, daſs er erklärt, man könne statt elektrischer Ströme sich auch eine andere Art der Aeuſserung der elektrischen Kräfte denken; indessen bleibt er doch bey der Vorstellung von Strömen, die bey seiner ganzen Ansicht dieser Klasse von Erscheinungen wesentlich ist, stehen, und sieht das als eine unmittelbare Wirkung der Elektrizität an, was erst eine Folge anderweitiger Wirkungen derselben seyn kann.

Er leitet daher aus seinem allgemeinen Gesetz die Folgerung ab, daſs *zwey elektrische Ströme*, die einander nahe genug gebracht sind, *sich jederzeit in diejenige parallele Richtung zu setzen streben, in welcher sie einander anziehen* — und sucht dieses dadurch zu beweisen, daſs zwey elektrische Leitungsdräthe, von welchen der eine sich um eine Achse herumdrehen kann, sich, wenn sie von der galvanischen Elektrizität durchdrungen werden, so gegen einander stel-

len, daſs die Elektrizität sie in gleichem Sinne durchströmt *).

Endlich knüpft er diese elektrischen Anziehungen und Aeuſserungen mit den magnetischen zusammen, indem er zeigt, daſs ein Magnet an die Stelle des unbeweglichen Leitungsdrathes gebracht, eben so wie dieser auf den beweglichen Leitungsdrath Anziehung und Abstoſsung ausübt, oder, an die Stelle des beweglichen gebracht, von dem beweglichen Leitungsdrath angezogen oder abgestoſsen wird. Hängt man z. B. eine kleine Magnetnadel an einem feinen Faden in lothrechter Richtung, den Nordpol (im gewöhnl. Sinne) unterwärts gekehrt, auf, und nähert sie einem von Norden nach Süden gerichteten, und in dieser Richtung von der positiven Elektrizität durchströmten Leitungsdrathe, von der Westseite, so wird sie nach dem Drathe hingezogen, oder, wenn sie fest steht und der Drath beweglich ist, so wird sich dieser nach ihr hin d. i. westwärts bewegen. Bringt man dagegen die Magnetnadel in derselben lothrechten Richtung auf die Ostseite des Drathes, so erfolgt Abstoſsung zwischen beyden, folglich wird ein beweglicher Drath sich auch in diesem Fall gegen Westen bewegen.

Im Grunde sind diese Anziehungen und Abstoſsungen zwischen dem Magnet und dem elektrischen Leitungsdrathe dieselben Erscheinungen, die sich in dem Oersted'schen Versuch, nur unter einer etwas andern Form, zeigen. Indessen hat Ampere sich bemüht, das Verhältniſs dieser Anziehungen und Abstoſsungen noch genauer darzuthun oder zu

---

*) S. Darstellung der neuen Entdeck. über Elektr. u. Magnet. etc. durch *Ampère* u. *Babinet*. Aus dem Franz. Leipzig, 1822. 8. (§. 9 f.) ingl. *Gilb.* Annal. der Phys. LXVII. Bd. S. 144 ff.

zeigen, wohin eigentlich die Wirkung des elektrischen Leitungsdrathes auf die Magnetnadel gerichtet ist. Die Stellung nämlich, welche die Magnetnadel in den OERSTED'schen Versuchen durch den elektrischen Leitungsdrath erhält, ist nicht durch diesen allein, sondern auch durch den Magnetismus der Erdkugel bedingt. Es entsteht also die Frage: was würde sie für eine Stellung erhalten, wenn die magnetische Kraft der Erde nicht auf sie wirkte? Und diese Frage hat AMPERE durch seine astatische Nadel — d. i. eine Magnetnadel, auf welche die Erde keine richtende Kraft ausübt, indem sie sich nur in einer Ebene, auf welche die Richtung der Neigungsnadel senkrecht geht, bewegt — zu beantworten gesucht. Eine solche Nadel aber stellt sich immer in einer auf den elektrischen Leitungsdrath senkrechten Richtung, und zwar so, daſs wenn man sich einen Menschen in der Lage des elektr. Leitungsdrathes denkt, den der elektr. Strom von dem Fuſse nach dem Kopfe zu durchströmt, und der das Gesicht gegen die Nadel kehrt, der Nordpol der Nadel (in der Sprache AMPERE's der Südpol) sich jederzeit nach der linken Hand desselben kehrt. Bey einer jeden Magnetnadel also, welche der Wirkung eines elektrischen Leitungsdrathes, wie in den OERSTED'schen Versuchen, ausgesetzt ist, muſs man sich vorstellen, gehe das Bestreben der anziehenden oder abstoſsenden Kräfte dahin, die Achse der Magnetnadel in senkrechte Richtung mit dem Leitungsdrathe zu bringen; und nach der eben angegebenen Regel läſst sich dann auch leicht bestimmen, nach welcher Seite hin sich in jedem Fall der Nordpol der Nadel wenden müsse.

Schon früher hatte AMPERE gefunden, daſs eine unmagnetische stählerne Nadel — eine Stricknadel — in eine gläserne Röhre gesteckt, durch die Voltaische Säule einen bleibenden Magnetismus erhalten könnte, wenn man den Lei-

Digitized by Google

tungsdrath in schraubenförmigen Windungen um die Glasröhre herumleitete — wodurch zugleich die vorhin angeführte Entdeckung Arago's sich bestätigte. Die Richtung der Windungen ist dabey nicht gleichgültig; denn, alles übrige gleichgesetzt, wird das eine Ende der Nadel ein magnetischer Nord- oder Südpol, je nachdem der schraubenförmige Drath *rechts* oder *links* um die Röhre gewunden ist.

Ampere wandte diesen schraubenförmig gewundenen Leitungsdrath noch auf eine sehr sinnreiche Weise zu einer Vorrichtung an, die sich gegen die Einwirkungen des Magnets sehr empfindlich zeigt. Die Enden des schraubenförmig gewundenen Drathes werden durch das Innere des schraubenförmigen Ganges nach der Mitte geführt, hier zur Seite herausgebogen, und das eine mit einem Zinkplättchen, das andere mit einem Kupferplättchen, die beyde durch ein Stückchen Kork gesteckt sind, verbunden, so daſs der ganze Apparat, auf Wasser gesetzt, schwimmen kann. Der Drath muſs hier, wie bey der oben angeführten Drathschleife, mit Seide umwunden, und nur an beyden Enden frey seyn. Ein solcher Apparat ist so empfindlich, daſs, wenn man einen magnetischen Pol gegen das äuſserste Ende des gewundenen Drathes hält, dieses augenscheinlich von demselben angezogen oder abgestoſsen wird. Ja er zeigt selbst eine eigenthümliche Polorität, und stellt sich, wenn er leicht genug gemacht ist, wie eine Magnetnadel, von selbst in die Ebene des magnetischen Meridians; und ist also selbst dem Einfluſs des Erdmagnetismus unterworfen.

Noch empfindlicher, als dieser schraubenförmig gewundene Drath, zeigt sich die von dem Professor Van der Heyden angegebene Vorrichtung, wobey der Leitungsdrath die Gestalt eines Parallelogramms erhält, übrigens aber alles, wie bey dem eben gedachten Apparate von Ampere eingerich-

Digitized by Google

tet ist. Hier stellt sich die Ebene des Parallelogramms in eine auf die Ebene des magnetischen Meridians senkrechte Richtung. — Derselbe hat diesem Apparat auch eine etwas veränderte Einrichtung gegeben, wobey ein Theil des Leitungsdrathes sich in den magnetischen Meridian selbst stellt, und das Ganze dadurch der Magnetnadel ähnlicher wird *).

Nach diesen allgemeinern Untersuchungen über die magnetischen Wirkungen eines elektrischen Leitungsdrathes, war es unstreitig von Wichtigkeit, das Verhalten desselben gegen die verschiedenen Stellen einer Magnetnadel genauer kennen zu lernen. Hierüber hat uns zuerst Faraday durch seine merkwürdigen Versuche Aufschluſs gegeben **), die nachher unter andern von dem Prof. Pfaff in Kiel auf eine belehrende Weise wiederholt worden sind ***). Diesen zufolge übt ein lothrechter Leitungsdrath, welchen die Elektrizität von unten heraufwärts durchströmt, gegen eine Magnetnadel, die sich horizontal um ihren Mittelpunkt dreht, keine Anziehung oder Abstoſsung aus, wenn gerade die Mitte der Nadel ihm zur Seite steht. Wird alsdann der Drath nach dem Nordende der Nadel geführt, und er befindet sich auf der westlichen Seite, so wird sogleich die nördliche Hälfte angezogen, und diese Anziehung wächst bis der Drath gegen die Mitte der nördlichen Hälfte kommt; alsdann nimmt sie ab, und wird Null, oder es zeigt sich eine indifferente Stelle, ehe noch der Drath ganz das Ende der Nadel erreicht; und jenseits dieses Punktes tritt Abstoſsung ein, die gleichfalls zunimmt, bis der Drath an das Ende der Nadel, und auch wohl noch etwas darüber

*) Journ. de Phys. 1822. May et Juin.
**) *Gilb.* Annal. der Phys. 1822. 6. St.
***) Ebendas. 1823. 7. St.

Digitized by Google

zu stehen kommt; alsdann aber nimmt sie immer mehr und mehr ab, je weiter der Drath sich von der Nadel entfernt, und endlich verschwindet sie ganz.

Bewegt man den Drath von der Mitte der Nadel längs der südlichen Hälfte derselben, so zeigen sich dieselben Erscheinungen der Anziehung gegen die südliche Hälfte, wie vorher bey der nördlichen; nahe am Ende derselben findet ebenfalls ein Indifferenzpunkt statt, und jenseits desselben verwandelt sich die Anziehung in Abstoſsung.

Bringt man dagegen den Drath auf die Ostseite der Nadel, und bewegt ihn von der Mitte derselben nach dem Nord- oder Südende hin, so erfolgt nach beyden Seiten hin Abstoſsung; in der Nähe beyder Enden ist wieder ein Indifferenzpunkt, und jenseits desselben findet Anziehung statt.

Die indifferenten Punkte in der Nähe der beyden Enden sind nach Faraday, als die eigentlichen Pole der Magnetnadel zu betrachten.

Faraday gründet auf seine Beobachtungen eine eigene Vorrichtung, wobey ein elektrischer sehr beweglicher Schliessungsdrath sich um einen fixen Magnetpol herum bewegt; und eine andere, in welcher ein beweglicher Magnetpol sich um einen fixen Leitungsdrath bewegt. Aehnliche Vorrichtungen hat auch Ampere zu Stande gebracht, der sogar den Leitungsdrath durch die Kraft des Erdmagnetismus in eine drehende Bewegung zu setzen versucht hat *).

Aus allen bisher angeführten Versuchen, die man auf vielfache Weise wiederholt und abgeändert hat, folgt unstrei-

---

*) Beschreibung solcher Vorrichtungen siehe unter andern in *Schweiggers* Journal. (N. R.) XVI. Bd. 1. Hft. ingleichen in *Biot's* Lehrb. der Experimental-Phys. (übers. von *Fechner*) III. Bd. S. 147 ff.

Digitized by Google

tig, daſs in dem Leitungsdrath einer Voltaischen Säule, oder galvanischen Kette dieselbe Kraft rege ist, die in dem Magnet und der Magnetnadel wirkt. Denn er äuſsert gegen eine Magnetnadel eben so Anziehung und Abstoſsung, und wird von ihr eben so angezogen und abgestoſsen, wie ein Magnet; er zieht Eisenfeil an, und bringt in dem unmagnetischen Eisen einen bleibenden Magnetismus hervor; er ist endlich auch der Einwirkung des Erdmagnetismus unterworfen, und stellt sich, wenn er dazu die erforderliche Einrichtung und Beweglichkeit erhält, von selbst in den magnetischen Meridian oder in eine bestimmte Lage gegen denselben.

In wie fern auch Metalle im flüssigen Zustande, und andere leitende Stoffe, in dem Kreise einer Voltaischen Säule, magnetisch werden, darüber hat Davy bemerkenswerthe Versuche angestellt. Quecksilber, in eine Glasröhre eingeschlossen, zeigte sich noch in dem Grade magnetisch, daſs Eisenfeil sich an die Röhre anhieng, und Nadeln magnetisch wurden, selbst wenn das Quecksilber durch mechanische Mittel oder durch Erhitzen in Bewegung gesetzt wurde. Andere, nicht metallische, Stoffe können wohl einige Wirkung auf die Magnetnadel äuſsern, aber sie ziehen weder Eisenfeil an, noch vermögen sie einem Stahldrathe Polarität zu geben *). Gleichwohl thut dieſs die Elektrizität beym Durchgehen

*) Die bloſse Unterbrechung eines metallischen Leiters durch andere leitende Stoffe hindert die Entstehung des Magnetismus noch weniger. So hat der Prof. *Bischof* in Bonn die Magnetnadel mit einem Schweigg. Multiplikator umgeben, aber die Leitung zwischen diesem und den Polen der Säule durch verschiedene leitende Stoffe, selbst durch den menschlichen Körper auf verschiedene Weise unterbrochen, und die Abweichung erfolgte in den meisten Fällen. S. *Kastners* Archiv. 1. Band. 1. Heft.

Digitized by Google

durch die Luft. Dieſs brachte Davy auf den Gedanken das Verhalten des Magnets gegen den elektrischen Strom einer starken Voltaischen Säule, bey ihrem Durchströmen der Luft zu versuchen, und er machte die höchst merkwürdige Beobachtung, daſs der 1 bis 4 Zoll lange elektrische Strahl durch einen starken Magnet eben so angezogen oder abgestoſsen wurde, wie der elektrische Leitungsdrath *). Woraus also erhellet, daſs man den Magnetismus der Voltaischen Säule nicht in dem Metalle des Leitungsdrathes, sondern in den elektrischen Kräften selbst zu suchen hat.

Auch konnte man vermuthen, daſs der Magnetismus nicht auf den Leitungsdrath beschränkt, sondern durch die ganze Säule verbreitet seyn würde, da der Leitungsdrath nur als die Verlängerung der beyden Endglieder der Säule oder der Glieder der galvanischen Kette anzusehen ist. Und diese Vermuthung ist durch vielfältige Versuche vollkommen gerechtfertigt worden. Man hat selbst die galvanische Kette zu diesen Versuchen so vorgerichtet, daſs gar kein Drath, sondern nur die beyden Metallplatten und die säuerliche Flüssigkeit dabey vorhanden sind; so ist z. B. der gleich von Anfang hierbey gebrauchte, sehr zweckmäſsige Apparat von Gilbert beschaffen **).

Eben so lieſs sich erwarten, daſs, da die galvanische Elektrizität von der auf die gewöhnliche Art durch die Elektrisirmaschine hervorgebrachten Elektrizität nicht wesentlich verschieden ist, man auch durch diese dieselben magnetischen Erscheinungen, wie durch jene, würde hervorbringen

---

*) Journal de Phys. 1822. Fevr. ingl. *Gilberts* Annalen der Phys. 1822. 7. St.

**) S. dessen Annal. der Phys. 1820. 12. St.

Digitized by Google

können. Auch dieses hat sich durch den Erfolg der mannigfaltigsten Versuche groſsentheils bestätigt.

Zwar ist es bis jetzt noch nicht gelungen, den einfachsten elektromagnetischen Versuch — die Ablenkung der Magnetnadel — durch die Elektrisirmaschine zu Stande zu bringen — obgleich sich mehrere Physiker viele Mühe damit gegeben haben *) — dagegen hat man sie mit desto besserm Erfolg angewandt, um unmagnetisches Eisen und Stahlnadeln magnetisch zu machen.

In der That hat man schon ehedem stählerne Nadeln durch elektrische Schläge zu magnetisiren versucht. Dergleichen Versuche hat van Marum mit vorzüglicher Sorgfalt angestellt, und die Resultate derselben in seiner „Beschrei-„bung einer ungemein groſsen Elektrisir-Ma-„schine etc. **)“ bekannt gemacht. In allen diesen Versuchen aber wurden die Schläge durch die zu magnetisirende Nadel selbst geleitet, und da fand sich denn, daſs diese nur dann magnetisch wurde, wenn sie den Schlag im magnetischen Meridian oder in vertikaler Stellung erhielt, wobey allezeit das nach Norden, oder das nach unten gekehrte Ende der magnetische Nordpol wurde, in welcher Richtung auch die Elektrizität die Nadel durchströmte. Van Marum urtheilte daher mit Recht, daſs in allen diesen Fällen nicht die Elektrizität, sondern die Kraft des Erdmagnetismus die Nadel magnetisirt, und die Elektrizität nur er-

*) Namentlich *Oersted*, *Schweigger*, *Yelin*, *Ampere*, *Bischof*. S. *Schweiggers* Journ. XXIX. u. (N. R.) I. Bd. — *Gilberts* Annal. der Phys. LXVII. LXVIII. und LXIX. — *Kastners* Archiv. I. Bd. 1. St.

**) Wovon die deutsche Uebersetzung Leipzig, 1786. 4. erschienen ist.

Digitized by Google

schütternd dabey gewirkt habe; daſs man daher aus diesen Versuchen auch nicht auf eine Aehnlichkeit der elektrischen und magnetischen Materie schlieſsen könne.

Indessen ist auch unter diesen Versuchen schon einer, der die Aufmerksamkeit der Emperimentatoren in hohem Grade auf sich zog, und auf eine andere Spur hätte leiten können — nämlich der neunte unter den dort aufgeführten. Bey diesem wurde der elektrische Schlag queer durch die Nadel, die im magnetischen Aequator lag, geleitet, und anstatt daſs diese, wie man glaubte, dadurch in einen Transversal-Magneten verwandelt werden würde, zeigte sie sich als einen Longitudinal-Magneten, und zwar von gröſsrer Stärke, als man in allen vorhergehenden Versuchen erhalten hatte. Wer sieht nicht, daſs gerade diese Richtung queer durch die Nadel hier eine Hauptsache war, und daſs dieser Versuch im Wesentlichen mit mehrern der weiter unten anzuführenden Versuche übereinstimmt?

Unter den vielen Versuchen, die man bis jetzt an so vielen Orten angestellt hat, um Eisendrath, stählerne Nadeln, eiserne Plättchen, oder Cylinder durch die gewöhnliche Elektrizität magnetisch zu machen, wird es genug seyn, hier einige der vorzüglichern anzuführen.

Schon bald nach der Entdeckung Arago's, daſs Stahlnadeln durch die Volt. Säule magnetisch gemacht werden könnten, versuchte Yelin in München stählerne Nadeln in einer Glasröhre, um welche ein leitender Drath spiralförmig gewunden war, durch die Wirkung einer gewöhnlichen Scheibenmaschine zu magnetisiren; und es gelang dieses sowohl durch einfache Funken, als vermittelst der Leydner Flasche. Anstatt die Nadel in eine Glasröhre zu stecken, versuchte er auch, sie blos mit Papier, Leinewand, Wachstaffet u. dergl. umwunden, in das schraubenförmige Drathgewinde zu legen,

Digitized by Google

und so der Wirkung der Elektrizität auszusetzen, und der Erfolg war derselbe *).

Die Hrn. Gazzeri, Ridolfi und Antinori haben gleichfalls Nadeln, die spiralförmig umwunden waren, sowohl durch den galvanischen Strom, als durch elektrische Schläge einer kleinen Leydner Flasche magnetisch gemacht. Ihren Versuchen zufolge wurden auch Nadeln, die auſserhalb der Spirale angebracht waren, magnetisch; jedoch nur dann, wenn zugleich eine Nadel innerhalb der Spirale lag **).

Wahrscheinlich wirkte im letztern Fall der Magnetismus der innern Nadel auf die äuſsere, und beförderte dadurch den Einfluſs der Elektrizität.

Ausgezeichnet sind die Versuche der holländischen Physiker van Beek, Moll, van Rees und van der Bos, die eine Stahlplatte in Form eines Rechtecks magnetisirt haben, indem sie einen Messingdrath der Länge nach über dieselbe geführt und mehrere starke Schläge durch ihn hindurch geleitet hatten. Die Platte erhielt zu beyden Seiten des Draths entgegengesetzten Magnetismus. Darauf lieſsen sie durch einen queer über die Platte geleiteten Drath mehrere schwächere Funken gehen, wodurch der erstere Magnetismus zum Theil zerstört, und zu beyden Seiten des Drathes neues $+M$ und $-M$ erzeugt wurde.

Nicht minder merkwürdig sind die Erscheinungen, welche dieselben Physiker bey einem stählernen Cylinder und einer runden Stahlplatte hervorbrachten, die beyde in der Mitte durchbohrt waren, und in der Oeffnung eine dünne gläserne Röhre mit einem Messingdrath enthielten, durch welchen starke Schläge

---

*) *Gilberts* Annal. der Phys. 1820. 12. St. S. 406 ff.

**) Biblioth. univers. Fevr. 1821. — ingl. Journal de Phys. Sept. 1821. und *Gilberts* Annal. d. Phys. 1822. 7. St.

Digitized by Google

geleitet wurden. Es zeigte sich weder in der Oberfläche des Cylinders, noch in der Peripherie der Platte einiger Magnetismus; wurde aber jener längs der Achse, und diese nach ihrem Durchmesser durchschnitten, so fand sich dort, wie hier, in beyden Hälften starke entgegengesetzte Polarität *).

Ferner verdienen die Versuche von Hill, Observator zu Lund, angeführt zu werden **), der mehrere kleine Nadeln auf einen kupfernen Streifen, in verschiedener Richtung gegen die Achse desselben legte, und dann einige kräftige Schläge längs der Achse durch den Streifen gehen lieſs. Hierdurch wurden diejenigen Nadeln, die mit der Richtung des elektrischen Stroms einen Winkel machten, magnetisch, und zwar um so mehr, je mehr der Winkel sich dem rechten näherte; diejenige aber, welche dem elektrischen Strome parallel lag, blieb unmagnetisch. Derselbe lieſs auch Schläge durch die Nadel selbst gehen; er fand aber, daſs diese nicht so wirksam sind, als solche, die nahe an der Nadel vorbey gehen, ohne sie selbst zu treffen. Indessen bringen doch Schläge, die senkrecht durch sie hindurch geleitet werden, noch verhältniſsmäſsig den stärksten Magnetismus in ihnen hervor; während diejenigen, welche der Länge nach hindurchgehen, selbst in magnetischen Nadeln den Magnetismus zerstören oder vermindern. Dasselbe hat auch Davy beobachtet ***). Und mit diesen Versuchen mag man wohl den oben angeführten Versuch des berühmten Veteranen unter den Physikern vergleichen.

Hill hat den kupfernen Streifen auch in Form eines

---

*) Journal de Phys. 1821. Oct. — *Gilberts* Annalen der Phys. 1822. 9. St.

**) *Schweigger's* Jahrb. d. Chem. und Phys. IV. Bd. S. 290 ff.

***) *Gilberts* Annal. der Phys. 1822. 7. St.

hohlen vierseitigen Prisma's umgebogen, an jede Seite desselben von auſsen eine Nadel gelegt, und dann in einer auf die Länge der Nadeln senkrechten Richtung einen Schlag durch ihn hindurch gehen lassen; dadurch wurden alle Nadeln magnetisch, und so daſs sie mit ihren freundschaftlichen Polen gegen einander gekehrt waren. Er hatte es dabey so eingerichtet, daſs an jeder Seite des Prisma's eine Nadel lag; es ist aber nicht zu zweifeln, daſs, wenn er auch die Nadeln um die Seitenlinien des Prisma's herumgezogen, und jede von der Mitte der einen Seite bis zur Mitte der andern hätte gehen lassen, die Ordnung der magnetischen Pole dieselbe gewesen wäre.

Denn so wie Seebeck bey seinen oben angeführten Versuchen fand, daſs der kupferne Leitungsstab seiner groſsen galvanischen Kette an jeder Stelle des Umfangs eines senkrechten Queerschnittes nach der einen Seite hin einen magnetischen Nordpol, und nach der andern einen Südpol erzeugte; so fand auch Davy, daſs kleine stählerne Nadeln, die er in einer kreisrunden Pappscheibe, durch deren Mitte ein Metalldrath senkrecht gieng, wie Sehnen eines Kreises geordnet hatte, durch den Entladungsschlag einer Batterie, der durch den Metalldrath geleitet wurde, insgesamt magnetisch wurden, und mit den freundschaftlichen Polen gegen einander gekehrt waren. Er schlieſst hieraus mit Recht, daſs dieſs mit Wollaston's Idee eines umkreisenden Magnetismus (of revolving magnetism) übereinstimme, d. h., mit der Vorstellung, daſs an jedem Punkt des Umkreises, nach der einen Seite hin $+ M$, nach der andern $- M$ wirksam ist *).

Davy hat auch versucht, ob Ströme gemeiner Elektri-

*) S. *Gilberts* Annal. a. a. O.

Digitized by Google

zität, beym Durchgang durch eine Flamme oder durch den luftleeren Raum, vom Magnet angezogen oder abgestoſsen würden, auf ähnliche Art wie er es von dem elektrischen Strom einer Voltaischen Säule gefunden hatte. Allein er konnte hier nicht so entscheidende Resultate, wie bey jenem, erhalten. Gleichwohl ist nicht zu zweifeln, daſs auch sie die magnetische Kraft besitzen, da sie sich in andern Fällen in Betreff des Magnetismus eben so wirksam zeigen, als die galvanische Elektrizität. Auch hat Prof. Schweigger in Halle wirklich gefunden, daſs ganz dünner Eisendrath, der auf die äuſsere Seite einer Barometerröhre, rechtwinklig gegen diese, gelegt wurde, durch 10—12 Funken, die durch die Toricellische Leere giengen, eine nicht unbedeutende magnetische Kraft erhielt *).

Man kann es also unstreitig als eine auf vielfache Art erwiesene Thatsache ansehen, daſs sowohl die Elektrizität, welche sich in der Volt. Säule oder galvanischen Kette entwickelt, als diejenige, welche durch die Elektrisirmaschine hervorgebracht wird, magnetische Kräfte besitzt, die sich durch Anziehung des Eisens, durch Anziehen und Abstoſsen magnetischer Pole, durch Erregung des Magnetismus im unmagnetischen Eisen, und durch Empfänglichkeit für die Einwirkungen des Erdmagnetismus, eben so wie in dem eigentlichen Magnet offenbaren. Diese neuen wichtigen Erfahrungen sind es, die wir der Oersted'schen Entdeckung verdanken; und wer möchte leugnen, daſs wir dadurch in unsrer Kenntniſs der Elektrizität und des Magnetismus ein Groſses weiter gekommen sind, daſs ganz neue Aussichten sich uns dadurch geöffnet haben, und eine neue Bahn der Untersuchung gebrochen ist? Es ist ein sichres

*) *Schweiggers* Jahrb. der Chem. u. Phys. III. Bd. S. 25.

Digitized by Google

Merkmal einer groſsen Entdeckung, wenn sie an neuen Entdeckungen fruchtbar ist.

Schon hat eine neue Reihe von Untersuchungen durch die ganz neuerlich gemachte Entdeckung des Dr. Seebeck begonnen, daſs ein Metall durch die Wärme auf ähnliche Art, wie durch die Elektrizität, in den Zustand versetzt werden könnte, auf die Magnetnadel zu wirken. Er bediente sich hierbey anfangs zweyer verschiedenen Metalle, die z.B. als Bogen, an ihren Enden zusammengelöthet, einen Kreis bildeten. Später aber fand er, daſs auch in einem einzigen Metalle durch ungleiche Erwärmung magnetische Kräfte rege gemacht werden könnten. Ob nun durch die Wärme, wie es wahrscheinlich ist, Elektrizität erregt wird, welche als Ursache der magnetischen Wirkungen hervortritt, oder ob eine eigenthümliche Verbindung zwischen Wärme und Magnetismus statt findet, müssen weitere Untersuchungen lehren. Der Entdecker selbst hat die Resultate seiner Untersuchungen hierüber noch nicht bekannt gemacht; indessen haben schon mehrere andere Physiker den Gegenstand aufgenommen, und nicht nur die Sache selbst bestätigt, sondern auch mehrere eigenthümliche Beobachtungen hinzugefügt *). Vielleicht ist es nicht überflüſsig, hierbey an eine frühere Beobachtung Davy's zu erinnern, daſs nämlich der durch Elektrizität hervorgebrachte Magnetismus „genau in dem nämlichen Verhältnisse als die Hitze zu wachsen scheint; und „es werde, setzt er hinzu, die Hitze des Drathes auch noch „so groſs, so schadet sie der magnetischen Kraft nicht **)." Auf alle Fälle zeigt sich hier eine neue Verbindung zwi-

*) *Gilberts* Annal. der Phys. 1823. 4. St.

**) *Gilberts* Annal. der Phys. 1822. 7. St. S. 232.

Digitized by Google

schen den magnetischen und andern Erscheinungen in der Natur, und die Untersuchung über das Verhältniſs der Elektrizität zum Magnetismus gewinnt dadurch ein desto gröſseres Interesse *).

Eine Aehnlichkeit in der Wirkungsart der Elektrizität und des Magnetismus ist schon längst von den Physikern erkannt, und daher auch eine Verbindung zwischen den Ursachen beyder, oder wohl gar eine Identität derselben vermuthet worden. Besonders schien der Galvanismus das Band, welches beyde an einander knüpfen sollte, zu enthalten; und es ist bekannt, was unter andern Ritter in dieser Hinsicht behauptete, und gefunden zu haben meinte. Auch ganz neuerlich hat ein scharfsinniger Physiker, noch vor Bekanntwerdung der Oersted'schen Versuche, die Identität der Elektrizität und des Magnetismus aus allgemeinen Prinzipien darthun wollen **). Allein so lange solche Behauptungen nicht auf wirkliche Thatsachen gegründet sind, sondern nur gewisse Ansichten und Meinungen ihrer Urheber darstellen — wobey die gegebenen Erklärungen nicht selten dunkler sind, als das, was dadurch aufgeklärt werden soll — so ist damit für das Studium der Physik und den Fortgang der Wissenschaft nichts gewonnen. Wir verweilen daher auch nicht bey einer nähern Betrachtung und Prüfung solcher Meinungen, sondern wenden uns gleich zu der Frage: Was hat die Oersted'sche Entdeckung, durch die nicht blos eine zufällige Aehnlichkeit in der Wirkung der Elektrizität und des Magnetismus, sondern eine bestimmte Verbindung zwischen bey-

*) Ein mehreres hierüber s. unten im Nachtrag.

**) Ueber Magnetismus und Elektr. als identische und Urkräfte — von *Jul. v. Yelin*. München, 1818. 4.

Digitized by Google

den erwiesen ist, uns über das gegenseitige Verhältniſs beyder Kräfte und die Art ihrer Wirkung gelehrt?

Schon haben sich verschiedene Ansichten hierüber unter den Physikern gebildet. Man könnte sie vielleicht in drey Klassen theilen: nach der einen sind Elektrizität und Magnetismus zwar gänzlich von einander verschieden, aber das eine Prinzip ruft das andere hervor; nach der zweyten entsteht der Magnetismus durch ein Zusammenwirken der positiven und negativen Elektrizität; nach der dritten ist der Magnetismus eine bloſs elektrische Erscheinung, und es giebt keine besondere, von der Elektrizität verschiedene, Ursache der magnetischen Wirkungen.

Die erstere Meinung, daſs die Elektrizität, obgleich von dem Magnetismus verschieden, doch denselben hervorrufe, hat Muncke aufgestellt *). Er glaubt, es sey ein allgemeines Naturgesetz, daſs ein mächtiges Prinzip in der Natur das andere, wenn es mit ihm in einem Körper zusammentreffe, ausscheide, wie das Licht die Wärme. Wenn also die elektrische Materie den Leitungsdrath der Volt. Säule durchströme, werde die in ihm befindliche magnetische Materie ausgetrieben, trete auf die Oberfläche und bringe die magnetischen Erscheinungen, die sich hier zeigen, hervor.

Bey dieser Erklärungsart läſst sich wohl ein Zweifel gegen das aufgestellte Gesetz, daſs ein Prinzip das andere verdränge, fassen. Denn an eine mechanische Verdrängung darf man bey so feinen Materien, wenn es anders Materien sind, wohl nicht denken; und von einer chemischen Zurückstossung, die zwischen ihnen statt fände, ist wenigstens sonst nichts bekannt. Auch scheint das elektrische Fluidum sich

*) *Gilberts* Annal. der Phys. 1822. 2 St.

Digitized by Google

mehr an der Oberfläche der leitenden Körper, als durch das Innere derselben fortzubewegen, und würde also die magnetische Materie mehr hereinwärts, als herauswärts treiben müssen. Indessen möchte es damit beschaffen seyn, wie es wollte, wenn nur sonst die Erscheinungen mit dieser Annahme übereinstimmten.

Nach Hrn. H. Muncke's Meinung bildeten sich durch das Hervortreten der magnetischen Materie vier polare Linien längs dem Leitungsdrathe, von welchen die eine $+M$, die nächste zu beyden Seiten $-M$ besäſse. Die Ablenkung der Magnetnadel durch einen über oder unter derselben geführten Leitungsdrath wäre die Folge der Einwirkung zweyer verbundenen freundschaftlichen Pole. Er stützt sich dabey auf Versuche mit zwey magnetischen Stäben, die mit ihren freundschaftlichen Polen an einander gelegt, und senkrecht über eine Magnetnadel gehalten, eine ähnliche Ablenkung derselben zuwege brächten *).

Allein 1) lassen sich solche vier polaren Linien im Leitungsdrathe nicht erweisen. Zum Theil sind Herrn H. Muncke's eigene Versuche einer solchen Annahme entgegen, und eben so sehr die Versuche anderer, denen zufolge sich vielmehr an jeder Stelle rund um den Leitungsdrath nach der einen Seite hin ein magnetischer Nordpol, und nach der andern ein magnetischer Südpol zu zeigen scheint.

2) Scheint Hr. H. M. seinen Versuchen mit 2 verbundenen Magneten eine gröſsere Bedeutsamkeit beyzulegen, als sie wirklich haben. Er glaubt schon ein neues Gesetz in dem Verhalten der Magnetnadel gegen die verbundenen Pole zu finden, während doch die Erscheinungen den bekannten

---

*) *Gilberts* Annalen. 1822. 2. St.

Digitized by Google

Gesetzen der magnetischen Anziehung und Abstoſsung gemäſs sind; aber nicht überall mit den magnetischen Erscheinungen des elektrischen Leitungsdrathes übereinstimmen. Weder die Richtung der Abweichung, noch die Stellung, in welcher die Nadel stehen bleibt, ist hier so constant, wie bey dem elektrischen Leitungsdrath, da es so schwer ist, zwey ganz gleich starke magnetische Stäbe zu erhalten, und daher von den verbundenen Polen der eine leicht ein Uebergewicht über den andern hat *).

3) Sollte man glauben, daſs der Zustand zweyer verbundenen Magnetstäbe von gleicher Stärke ganz verschieden von dem magnetischen Zustande des Leitungsdrathes wäre, wenn man auch in diesem 4 polare Linien annehmen wollte. Denn dort müssen + *M* und — *M* in den verbundenen Polen einander gegenseitig binden, und eigentlich ein magnetisches Null hervorbringen; hier aber treten beyde Arten der magnetischen Kräfte zugleich in voller Wirksamkeit hervor; dort sind sie durch einander gehemmt, hier behält eine jede ihre volle Stärke. Folglich scheint eine solche Verbindung zweyer Magnetstäbe nicht recht geeignet, die Wirkungsart des elektrischen Leitungsdrathes darzustellen.

4) Endlich, wenn man die oben angeführten Versuche von Davy und Schweigger erwägt, in welchen der bloſse elektrische Strahl in verdünnter Luft, und einzelne Funken im Toricellischen Vacuum eine magnetische Kraft beweisen, die unmagnetisches Eisen zu magnetisiren vermag — wo

---

*) Zweifel gegen die Ansicht des Hrn. *H. Muncke* von seinen Versuchen mit zwey Magneten habe ich schon früher in einem Schreiben an *Gilbert* geäuſsert. (S. dessen Annalen. 1822, 5. St.), denen auch *Pfaff* beystimmt. (S. dessen Schrift: Der Elektro-Magnetismus. S 268 ff.).

Digitized by Google

soll man da die polaren Linien hinsetzen? was würde man für neue Fictionen machen müssen, um sie auch hier zu behaupten.

Wenn nach dieser Hypothese des Hrn. H. Munck zwischen Elektrizität und Magnetismus eher ein Gegensatz als eine Verbindung statt findet, so nehmen andere dafür eine desto engere Verknüpfung zwischen beyden an.

Oersted, der Entdecker des Elektro-Magnetismus, ist der Meinung, daſs der Magnetismus *durch die gegenseitige Wirkung der positiven und negativen Elektrizität* entstehe. Er drückt sich darüber folgendermaſsen aus: „In dem mit Widerstand verknüpften Zusam-„mentreffen der entgegengesetzten elektrischen Kräfte neh-„men diese eine andere Wirkungsart an, der zufolge die po-„sitive elektrische Kraft das Südende der Magnetnadel ab-„ſtöſst, das Nordende anzieht; die negative Kraft hingegen „das Nordende der Nadel abſtöſst, das Südende anzieht; aber „die Bahn der Kräfte in diesem ist nicht die gerade Linie, „sondern eine links gewundene Spirale oder Schraubenli-„nie *)." Hiernach hat man sich also vorzustellen, daſs sowohl die positive, als die negative Elektrizität, bey ihrem Durchgang durch den Leitungsdrath, *einerley Art* von Schraubenlinie beschreiben; denn dadurch gerathen ihre Strömungen einander entgegen, und an jeder Stelle des geschlossenen Drathes findet ein mit Widerstand verbundenes Zusammentreffen der Elektrizitäten statt.

Nicht so bestimmt drückt sich H. Prof. Oersted über den Zustand des Magnets selbst aus. Auch in ihm sind es

*) *Schweiggers* neues Journal für Chemie und Phys. II. Bd. S. 199 ff.

Digitized by Google

die beyden Elektrizitäten, welche den Magnetismus hervorbringen. Nur findet in dem Magnet kein geschlossener Kreis und keine Strömung der Elektrizitäten statt, sondern der Kreislauf ist hier unterbrochen, doch ohne daſs die entgegengesetzte Thätigkeitsrichtung der elektrischen Kräfte aufhört. Diese befinden sich hier in einem beynahe ruhenden Zustande, und dadurch entsteht hier der bleibende Magnetismus, während in dem elektrischen Drath an jeder Stelle beständig Magnetismus entsteht und wieder vergeht.

Es ist schwer, sich nach dieser Erklärung eine deutliche Vorstellung von dem gegenseitigen Verhalten der beyden Elektrizitäten in dem Magnete zu machen. Sie sollen mit Widerstand zusammentreffen — denn das wird oben als die Bedingung des Magnetismus angegeben — und sollen doch auch beynahe ruhen; binden sie einander, so hören sie auf als Elektrizität und als Magnetismus zu wirken; und binden sie sich nicht ganz, warum wirken sie nicht als Elektrizität? In der Volt. Säule treten mit dem Geschlossenseyn derselben die magnetischen Wirkungen ein; und sobald die Schlieſsung aufgehoben ist, zeigen sich die elektrischen Erscheinungen. In dem Magnet fehlt eine solche Schlieſsung. Oersted sagt ausdrücklich „der Kreislauf ist hier unterbro„chen“ — und doch zeigen sich keine elektrischen, sondern nur magnetische Wirkungen.

Abgesehen aber von dieser Schwierigkeit, scheint der Zustand, in dem man sich einen Magnet nach dieser Hypothese vorzustellen hat, dem ähnlich zu seyn, in welchem man ihn sich sonst bey zwey magnetischen Materien, die ungleich in ihm vertheilt sind, zu denken hatte. Nur sind diese Materien hier keine andern als die elektrischen; nach dem einen Pol hin hat das $+E$, und nach dem andern das $-E$ die Oberhand; die nur bey dieser eigenthümlichen Wirkungs-

Digitized by Google

art mit + ε und — ε von Oersted bezeichnet werden. Die magnetischen Anziehungen und Abstoſsungen erklären sich also nach diesem System eben so, wie nach jenem ältern. Und was die Einwirkung des elektrischen Leitungsdrathes auf die Magnetnadel betrifft, um sie aus ihrer Richtung zu treiben, so sind die spiralförmigen Windungen der elektrischen Materien gerade um dieser Erscheinung willen angenommen worden, es ist also kein Zweifel, daſs sie daraus erklärt werden können. Indessen ist es nicht der Zweck dieser Untersuchung, die verschiedenen Fälle der Anziehung und Abstoſsung zwischen dem Leitungsdrath und dem Magnet einzeln in Betrachtung zu ziehen — wobey sich noch manche Schwierigkeiten finden dürften — sondern wir wenden uns gleich zu einem Hauptgegenstand der vorgelegten Aufgabe, nämlich zu der Frage: ob man diese Theorie als erwiesen und gegründet genug ansehen dürfe, um sich auf sie verlassen zu können?

Und wer sieht nicht, daſs diese Frage nicht zum Vortheil dieser Theorie beantwortet werden könne? Denn so scharfsinnig sie auch seyn mag, was ist wohl in ihr als wirklich erwiesen zu betrachten? Strenge genommen, nicht einmal ihr erstes Erforderniſs — die conditio sine qua non — die Existenz zweyer elektrischer Materien. Noch ist das Franklinische System nicht als veraltet oder als ungereimt zu verwerfen, so lange es noch solche Anhänger hat, als den ehrwürdigen Erfinder eben desjenigen Apparats, durch den unsere ganze Physik und Chemie fast umgestaltet, und der Elektro-Magnetismus selbst erst entdeckt worden ist. — Ferner, wem wird nicht wenigstens einiges Bedenken bey den schraubenförmigen Windungen, in welchen sich die elektrischen Materien durch den Leitungsdrath hindurch bewegen sollen, entstanden seyn? Wer wird nicht wünschen, sie noch

Digitized by Google

auf einen andern Grund, als den des Bedürfnisses zum Behuf einer Erklärung, gestützt zu sehen? Und wenn es auch weniger Schwierigkeit haben sollte, diese Art der Bewegung der elektrischen Materie in dem dünnen Leitungsdrath gelten zu lassen; wie wird es mit der Bewegung in dem Innern der Säule aussehen, in welchem sich ein gleicher Magnetismus, wie in dem Drathe, zeigt? Wie mannigfaltig verschlungen werden hier die Windungen der elektrischen Materien seyn müssen, um an jeder Stelle der Platten die magnetische Kraft zu entwickeln? — Daſs der Zustand der elektrischen Materien in dem Magnet in dieser Theorie nicht bestimmt genug angegeben wird, ist schon oben erinnert worden — geschweige daſs er sollte wirklich erwiesen seyn. — Es fehlt also in der That noch vieles, ehe wir dieser Hypothese das Vertrauen schenken können, welches eine wohl begründete Theorie verdient.

Dr. Seebeck, dem wir so schätzbare Versuche über die magnetischen Wirkungen der galvanischen Kette und der Volt. Säule verdanken, weicht zwar in seiner Ansicht von der Entstehung des Magnetismus darin von Oersted ab, daſs er keine spiralförmigen Strömungen der elektrischen Materie annimmt — ja er hält diese mit seinen eigenen Versuchen nicht vereinbar — aber er ist ebenfalls der Meinung, daſs der Magnetismus in den Körpern durch das Zusammenwirken beyder Elektrizitäten entstehe. Nur setzt er hinzu: „nicht die Elektrizität an sich, nicht die Aufhebung von $+E$ „und $-E$ allein, sondern die durch dieselbe bewirkte Ver„änderung im innern Zustande der Körper ist die Ursache „ihres Magnetismus *).“ Und an einer andern Stelle: „Ver„änderung oder Verschiedenheit im Cohäsionszustande ist al-

*) Ueber den Magnetismus der galv. Kette. S. 332

Digitized by Google

„so als die wesentlichste Bedingung zum Magnetischwerden „jener Körper anzusehen *).“

Er erklärt sich hierbey nicht über den Zustand, in welchem er sich die Elektrizitäten in dem Magnet selbst verbunden denkt, oder ob sie hier ganz aus dem Spiele bleiben, und blos die besondere Art der Cohäsion in dem Magnet den Magnetismus desselben ausmache. — Eben so wenig bestimmt er, worin die Veränderung der Cohäsion bestehe, die durch die Elektrizität in dem Leitungsdrath hervorgebracht werden soll — und die auch nur so lange dauert, als die Elektrizität den Drath durchströmt, da die geringste Unterbrechung des galvanischen Kreises augenblicklich den Magnetismus aufhebt. — Was hat man sich also eigentlich bey dieser Veränderung der Cohäsion zu denken? wird sie stärker, oder wird sie geringer? — Wird nicht durch eine solche Annahme die Entstehung des Magnetismus an ein sehr unsichres oder unbestimmtes Prinzip gebunden? wie sollte es möglich werden, hier auf eine Art von Rechnung zu gründen?

Indessen scheint diese Hypothese mit den oben angeführten Versuchen von Davy und Schweigger — nach welchen flüssiges Metall, selbst wenn es durch Schütteln oder Erhitzen in Bewegung erhalten wird, ingleichen der bloſse elektrische Strom in verdünnter Luft, und einzelne Funken, durch die Toricellische Leere geleitet, eben so gut magnetische Kräfte zeigten, als ein von der Elektrizität durchdrungener metallischer Drath — ganz unvereinbar zu seyn. Denn in einer bewegten Flüssigkeit ist die Cohäsion überhaupt nur gering, und diese wird durch die verschiedenen

*) Ueber den Magnetismus der galvanischen Kette. S. 334.

Digitized by Google

Grade der Erhitzung noch verschieden geändert — ohne daſs der Magnetismus in ihr aufhört; — eine Veränderung in der Cohäsion der verdünnten Luft aber, oder gar der Toricellischen Leere, ist doch kaum denkbar, wenigstens würde man mit Recht erst den Beweis davon fordern können.

Eben diese Versuche scheinen auch der von Prechtl aufgestellten Hypothese entgegen zu seyn, daſs nämlich in dem Leitungsdrath ein Transversal-Magnetismus entstehe, der nichts anders als eine transversal-elektrische Ladung wäre. Seiner Meinung nach reduzirt sich die ganze Untersuchung auf die Frage: „Warum und „unter welchen Umständen wird ein zwischen zwey elektri„schen Polen befindlicher Leiter transversal-elektrisch gela„den?" Zur Beantwortung dieser Frage aber hält er unsre jetzigen Kenntnisse der Elektrizität nicht für zureichend *). Hiernach möchte es wohl erlaubt seyn, die Annahme einer solchen Transversal-Ladung selbst für zweifelhaft zu halten. Denn wenn man auch zugeben wollte, daſs in dem metallenen Leitungsdrath die kleinsten Theilchen desselben beym Durchgang der Elektrizität eine elektrische Ladung fassen könnten, was soll in der Toricellischen Leere diese Ladung aufnehmen und festhalten? Auf alle Fälle wird man die Annahmen, die man hierzu zu machen genöthigt wäre, nicht eher gelten lassen dürfen, als bis die Sache selbst — die Transversal-Ladung — auſser Zweifel gesetzt ist.

Von diesen Hypothesen, nach welchen der Magnetismus aus einer besonders modifizirten Wirkung der elektrischen Materien hervorgeht, ist gleichsam noch Schritt bis zu derjenigen Meinung, welche Ampere aufgestellt hat, daſs die magne-

---

*) *Schweiggers* Jahrb. der Chem. und Phys. VI. Bd. S. 309 ff.

tischen Erscheinungen die unmittelbare Wirkung der Elektrizität sind, oder in die Reihe der elektrischen Erscheinungen selbst gehören — und diese Ansicht macht die dritte Klasse von Hypothesen aus, wodurch man bis jetzt die elektro-magnetischen Erscheinungen zu erklären versucht hat.

Ampere nimmt also an, daſs es keine besondern magnetischen Materien, keine besondere Kraft, welcher der Name des Magnetismus gebührte, gäbe, sondern daſs die Elektrizität die Ursache aller sogenannten magnetischen Erscheinungen wäre. Der Zustand oder die Beschaffenheit eines Magnets erklärt sich nach ihm aus der Beschaffenheit einer geschlossenen Volt. Säule oder galvan. Kette, an welcher wir dieselben Erscheinungen wahrnehmen, die uns der Magnet zeigt. Da wir uns nun die Elektrizität in diesen Apparaten gleichsam in einer beständigen, in sich selbst zurückkehrenden Strömung begriffen, denken, wobey ohne die geringste elektrische Spannung, oder elektrische Wirkung nach auſsen hin, doch die gröſste Thätigkeit im Innern statt findet: so nimmt er an, daſs auch der Magnet von ähnlichen elektrischen Strömen umflossen wäre, die in sich selbst zurückkehren, und daher keine der gewöhnlichen elektrischen Erscheinungen hervorbringen. Die Richtung dieser Ströme aber geht nicht von einem Pole zum andern — wie man sich wohl ehedem die Ströme der magnetischen Materie dachte — sondern die Umkreisung geschieht in Ebenen, auf welche die Achse des Magnets senkrecht steht. Dabey war es ihm anfangs zweifelhaft, ob man sich die Ströme in jeder Ebene als concentrisch um die Achse herumlaufend, gleichsam einen einzigen Strom bildend, zu denken habe, oder ob man um jedes Element des Magnets einen solchen Strom, und folglich deren unzählige in einer Ebene, anneh-

men müsse, deren vereinigte Wirkung der Wirkung eines einzigen in vieler Hinsicht gleich käme. Späterhin aber hat er sich für die letztere Ansicht erklärt. Denkt man sich eine Magnetnadel in ihrer natürlichen Richtung von Norden nach Süden, so erfolgt die Bewegung der elektrischen Ströme so, daſs sie durchgehends in der untern Hälfte von Osten nach Westen, und in der obern von Westen nach Osten geht. Dieſs geschieht durch die ganze Magnetnadel auf eine gleichförmige Weise, und zwischen Nord- und Südpol findet kein anderer Unterschied statt, als daſs beyde auf entgegengesetzten Seiten der elektrischen Ströme liegen, der eine ihnen zur Rechten, der andere zur Linken. Und so wie sich hierdurch die Lage und Richtung der elektrischen Ströme in der Magnetnadel bestimmt, so in jedem andern, natürlichen oder künstlichen, Magnete.

Vielleicht möchte hier mancher fragen: wodurch entstehen denn solche Ströme in den Magneten? und wie kann man sich von ihrer Wirklichkeit überzeugen? Allein darauf läſst sich antworten, daſs von dem erstern hier noch nicht die Rede seyn kann, sondern es nur darauf ankommt, ob unter der Voraussetzung solcher Ströme die Erscheinungen sich erklären lassen; und nur in dem Grade als dieses der Fall ist, erhält die Voraussetzung selbst ihre Wahrscheinlichkeit.

Ampere stellt hierzu die beyden oben angeführten Grundgesetze auf:

1) Elektrische Ströme, die in einerley Sinn flieſsen, ziehen einander an; und solche, die in entgegengesetztem Sinne flieſsen, stoſsen einander ab.

2) Wenn elektrische Ströme auf einander

Digitized by Google

wirken, so haben sie das Bestreben einander in diejenige Lage zu bringen, in welcher sie einander anziehen.

In wieferne nun die verschiedenen hieher gehörigen Erscheinungen durch diese Voraussetzungen eine Aufklärung erhalten, wird sich aus einer nähern Betrachtung derselben zeigen.

Was zuerst die Ablenkung einer horizontalen Magnetnadel durch den elektrischen Leitungsdrath anbetrifft, so kann diese um so leichter nach dieser Hypothese erklärt werden, da die Hypothese selbst vornehmlich auf diese Erscheinungen gegründet ist. Es wird daher genug seyn, nur auf einige der hieher gehörigen Fälle die Anwendung zu machen.

Gesetzt der Leitungsdrath sey über der Nadel, ihr parallel, geführt, und werde durch die positive Elektrizität *) von Norden nach Süden durchströmt, so weicht das Nordende der Nadel nach Osten ab. Denn da die elektrischen Ströme in dem obern Theil der Nadel von Westen nach Osten gehen, so werden sie durch die Anziehung des elektrischen Stroms in dem Drathe so gedreht, daſs sie diesem parallel und in gleicher Richtung von Norden nach Süden flieſsen; und dieſs geschieht, wenn sich die Nadel nach Osten kehrt. Sie würde auch in einer auf die Richtung des Leitungsdrathes senkrechten Richtung stehen bleiben, wenn sie nicht durch die Einwirkung des Erdmagnetismus — dessen Beschaffenheit nach dieser Hypothese weiter unten angegeben werden wird — daran verhindert würde.

---

*) Wenn bey *Ampère's* Hypothese von elektrischem Strom die Rede ist, so wird immer die positive Elektrizität verstanden, weil diese zur Erklärung hinreichend ist — wobey es aber unbenommen bleibt, sich auch noch einen Strom der negativen Elektrizität in entgegengesetzter Richtung zu denken.

Digitized by Google

Auf ähnliche Weise erklärt sich das Verhalten der Nadel, wenn der Leitungsdrath in der entgegengesetzten Richtung von der Elektrizität durchströmt, und wenn er unterhalb der Nadel geleitet wird.

Geht der Leitungsdrath der Nadel parallel **zur Seite**, so übt er auf die Ströme in der untern und obern Fläche eine entgegengesetzte Anziehung aus, d. h. die Nadel müſste sich nach entgegengesetzten Seiten drehen, um die Ströme beyder Flächen den Strömen des Draths gleichflieſsend zu machen; sie dreht sich folglich nach keiner Seite hin. Dagegen bleiben noch die Wirkungen des Drathes auf die Seitenströme der Nadel übrig. Um diese aber auf der dem Drathe zunächst liegenden Seite den Strömen des Drathes gleichlautend zu machen, müſste die Nadel sich in eine lothrechte Stellung setzen — welches ihre Einrichtung nicht gestattet. Indessen zeigt sich doch in der Nadel das Bestreben, sich auf- oder niederwärts zu kehren.

Nehmen wir ferner an, der Leitungsdrath gehe in lothrechter Richtung der Nadel zur Seite, und befinde sich auf der Ostseite derselben, während ihn die Elektrizität von oben nach unten durchströmt, so läſst sich das Verhalten des elektrischen Stroms in ihm gegen die elektrischen Ströme des Magnets leicht aus Fig. 1. übersehen. Es stelle *a b* einen Theil des Leitungsdrathes, *m* einen vertikalen Durchschnitt der Nadel vor, und die Pfeile bezeichnen die Richtung der elektrischen Ströme, so heben die Wirkungen des Stromes in *a b* auf die horizontalen Ströme in *c* und *d* sich gegenseitig auf, und es bleiben noch die auf die vertikalen in *h* und *f* übrig. Da nun die Richtung der Ströme in g und *h* entgegengesetzt ist, so stoſsen sie einander ab; hingegen ziehen die Ströme in *f* und g, die in einerley Sinn flieſsen, einander

Digitized by Google

an, und da diese einander näher liegen, als jene, so ist die Anziehung stärker, als die Zurückstoſsung. Befindet sich daher der Drath zur Seite der nördlichen Hälfte der Nadel, so dreht sich die Nadel mit diesem Theil gegen denselben, oder der Nordpol weicht gegen Osten ab; und befindet er sich neben der südlichen Hälfte, so weicht der Südpol gegen Osten ab.

Hiernach ist leicht einzusehen, daſs, wenn der Drath sich auf der Westseite der Nadel befindet, diese von ihm abgestoſsen wird; folglich bewegt sich auch in diesem Fall der Nordpol der Nadel gegen Osten, wenn der Drath der nördlichen Hälfte zur Seite ist; und ist er der südlichen Hälfte zur Seite, so bewegt sich der Südpol gegen Osten.

Daſs Anziehung und Abstoſsung gerade umgekehrt erfolgen müssen, wenn der Leitungsdrath in entgegengesetzter Richtung, nämlich von unten heraufwärts durchströmt wird, versteht sich von selbst.

In beyden Fällen aber wird die Nadel, wenn der Drath sich gerade der Mitte derselben, sey es auf der östlichen oder westlichen Seite, gegenüber befindet, ruhen, weil beyde Hälften mit gleicher Stärke angezogen oder abgestoſsen werden. Näherte man ihm aber eine kleine frey aufgehängte, nicht auf einem Stifte ruhende, horizontal schwebende Nadel genau mit ihrer Mitte, so würde diese auf der einen Seite sich ganz nach ihm hin, und auf der andern von ihm abwärts bewegen, ohne ihre Richtung von Norden nach Süden zu ändern.

Wenn endlich der lothrechte Leitungsdrath *a b* (Fig. 2,) sich gerade vor dem Nordpol *n* der Nadel *n s* in der verlängerten Richtung ihrer Achse befindet — und *m* (Fig. 3.) wie vorhin einen vertikalen Durchschnitt der Nadel vorstellt — so heben die Wirkungen des elektrischen Stromes in dem

Digitized by Google

Drathe auf die Ströme in der obern und untern Fläche der Nadel — in *c* und *d* — einander auf, und es bleiben nur die Wirkungen auf die Seitenströme in *O* (Osten) und *W* (Westen) übrig. Geht nun die Richtung des Stromes in dem Drathe wieder von oben herunterwärts, so wirkt er auf den Strom in *O* anziehend, und auf den in *W* abstoſsend. Durch beyde wird das Nordende der Nadel westwärts getrieben; und dieses ist auch die Seite, nach welcher die Nadel in diesem Falle abweicht. — Nach derselben Seite wird der Südpol der Nadel abgelenkt, wenn der Drath sich diesem gegenüber befindet. — Hingegen geschieht die Abweichung in beyden Fällen nach der entgegengesetzten Seite, wenn die Elektrizität den Leitungsdrath in entgegengesetzter Richtung durchströmt.

Auf diese Weise läſst sich das Verhalten einer Magnetnadel gegen den elektrischen — horizontalen oder vertikalen — Leitungsdrath, in allen angeführten, und den ihnen ähnlichen Fällen, aus den oben angegebenen Voraussetzungen ohne Schwierigkeit ableiten. Noch leichter in der That erklärt sich daraus die Erregung des Magnetismus in unmagnetischem Eisen durch den elektrischen Leitungsdrath.

Soll Eisen magnetisch gemacht werden, so müssen in ihm eben solche elektrische Ströme, wie sich in den Magneten befinden, hervorgebracht werden. Ampere nimmt an, daſs in dem Eisen schon von Natur solche Ströme vorhanden sind; aber nicht in Beziehung auf eine gemeinschaftliche Achse so geordnet, wie bey dem Magnet, sondern in den verschiedensten Richtungen gegen einander. Die Magnetisirung desselben besteht nun darin, daſs alle diese elektrischen Ströme in die zum Magnetismus erforderliche Ordnung, d. i. in Ebenen, die auf einer gemeinschaftlichen Achse senkrecht

Digitized by Google

stehen, gebracht werden; und dieſs wird durch die Einwirkung des elektrischen Stromes in dem Leitungsdrathe, nach dem obigen Gesetze, daſs solche Ströme sich gegenseitig in die Lage zu versetzen streben, in welcher sie einander anziehen, bewerkstelligt.

Es sey also *A B* (Fig. 4.) ein elektrischer Leitungsdrath, oder wie in dem oben angeführten Versuche von Seebeck ein prismatischer Stab, der in der Richtung von *A* nach *B* durchströmt werde, *c d* und *e f* mögen ein paar unmagnetische Stahlnadeln vorstellen, die an den Stab gehalten werden; liegen diese mit ihren Enden auf der obern Seite des Stabes, so ordnen sich die elektrischen Ströme in ihnen so, daſs sie in ihrer untern Hälfte mit dem elektrischen Strome des Stabes in gleichem Sinne flieſsen; folglich entsteht in *d* ein Südpol, in *f* ein Nordpol (im alten Sinne des Worts). Werden sie hingegen in dieser Richtung an die untere Fläche des Stabes gehalten, so entsteht in *d* der Nordpol, und in *f* der Südpol. Die Nadel queer über den Stab gelegt, wie *g h*, erhält in *h* den Nordpol in *g* den Südpol.

Ohne also in dem Stabe *A B* einen besondern Magnetismus entstehen zu lassen, ist es doch klar, wie er an jeder Stelle fähig ist, die Nadel zu magnetisiren; und wenn in jedem senkrechten Queerschnitt desselben an jeder Stelle des Umfanges in dem nemlichen Ende der Nadel ein Nordpol oder ein Südpol entsteht, je nachdem man es nach der einen oder nach der andern Seite hin richtet, so rührt das nicht daher, weil an jeder Stelle ein $+M$ u. $-M$ nach entgegengesetzten Richtungen wirksam wäre, sondern weil die Nadel von demselben elektrischen Strom in beyden Fällen nach entgegengesetzten Richtungen durchströmt wird. Auch sieht man leicht, warum die Nadel nicht magnetisch wird, wenn

Digitized by Google

sie der Länge nach auf den Stab gelegt wird; wenigstens kann sie alsdann keine Polarität an ihren Enden bekommen, sondern es müſste ein Transversal-Magnetismus in ihr entstehen, dessen Hervorbringung schwieriger ist und stärkere Einwirkungen erfordert.

Auf die Beschaffenheit des Leitungsdrathes kommt es bey diesen Wirkungen nicht besonders an, da sie nicht von gewissen Veränderungen desselben, sondern nur von dem elektrischen Strome selbst abhängen. Es ist also nur erforderlich, daſs dieser in hinlänglicher Stärke durch ihn hindurch geleitet werde. Folglich kann auch der bloſse elektrische Strahl oder Funke, beym Durchströmen durch verdünnte Luft oder die Toricellische Leere, dieselben magnetischen Wirkungen hervorbringen.

So gut aber der elektrische Strom des Leitungsdrathes die Ströme des Eisens in eine solche Ordnung bringt, daſs das Eisen dadurch magnetisch wird, so muſs er auch auf die Ströme selbst anziehend wirken. Daher hängt sich Eisenfeil selbst an einen messingenen Leitungsdrath, und in dem Seebeckischen Versuch trug der kupferne Leitungsstab ein Gewicht von mehrern Pfunden.

Um eine Stahlnadel auf die vorbeschriebene Weise blos durch Anhalten an einen Leitungsdrath zu magnetisiren, wird schon ein kräftiger Apparat erfordert. Leichter kann es, wie oben erzählt ist, durch einen *schraubenförmig gewundenen* Leitungsdrath bewirkt werden; und es ist wohl klar, wie dieses mit Ampere's Theorie zusammenhängt; da eben hierdurch der elektrische Strom in eine Richtung gebracht wird, wobey er auf die Ströme der Nadel stärker wirken und sie in die erforderliche Lage bringen kann.

Digitized by Google

Sind die Windungen des schraubenförmigen Leitungsdrathes recht enge, so erhält der elektrische Strom bey seinem Durchgang durch dieselben, beynahe die nämliche Richtung gegen ihre Achse, welche die elektrischen Ströme eines Magnets gegen die Achse desselben haben, und daher stellt ein solcher, von der Elektrizität durchströmter Drath einen Magnet selbst dar. Wenigstens erklärt sich hieraus leicht die Wirkung, welche ein gewöhnlicher Magnet auf den oben beschriebenen Apparat von Ampere mit schraubenförmigem Leitungsdrathe ausübt.

Eben dieser Apparat stellt sich auch, wenn er empfindlich genug eingerichtet ist, wie eine Magnetnadel in den magnetischen Meridian, und zeigt sich dadurch dem Einfluſs des Erd-Magnetismus unterworfen. Es ist daher die Frage, woher rührt, nach Ampere, der Magnetismus des Erdkörpers? Auch dieser hat seinen Grund in nichts anderm, als in elektrischen Strömen, welche die Erde in der Richtung von Osten nach Westen umflieſsen; und ihre Wirkung auf die Magnetnadel oder eine elektrische Zurüstung, wie die eben genannte, besteht eben darin, die Ströme derselben in eine solche Lage zu bringen, in welcher der untere Theil derselben mit den elektrischen Strömen der Erde in gleichem Sinn, d. i. von Osten nach Westen, flieſst. Hiernach erklärt sich auch, warum es bey dem schraubenförmigen Drath, in Absicht auf die Lage des Nord- und Südpols, nicht einerley ist, ob er rechts oder links gewunden, und welches von beyden Enden desselben mit dem Zink, oder mit dem Kupfer verbunden ist.

Das oben beschriebene Parallelogramm von van der Heyden stellt sich nicht in den magnetischen Meridian, sondern senkrecht auf denselben, und zwar so, daſs das Kupfer-

Digitized by Google

plättchen nach Westen, und das Zinkplättchen nach Osten gekehrt ist, weil alsdann die Richtung des elektrischen Stroms in der untern Seite des Parallelogramms mit den elektrischen Strömen der Erde gleichsinnig geht.

Aus dieser Darstellung erhellet, daſs sowohl die vornehmsten der elektro-magnetischen, als mehrere der reinmagnetischen Erscheinungen sich nach der von Ampere aufgestellten Hypothese auf eine consequente Weise erklären lassen. Indessen schien es, als ob gerade einige der letztern Art nicht recht mit ihr zusammenstimmten, und man hat sie daher als Einwürfe derselben entgegen gestellt.

Nähert man nämlich dem einen Pol einer Magnetnadel den freundschaftlichen Pol eines andern Magnets, so daſs die Achsen beyder Magnete eine gerade Linie ausmachen, so ziehen sie einander an, weil die elektrischen Ströme der gegen einander gekehrten Pole in einerley Sinn gehen. Hält man aber den einen Pol zur Seite des andern, so ziehen sie einander nicht weniger an, als vorher, obgleich jetzt die Richtung der Ströme in den einander zunächst liegenden Seiten gerade entgegengesetzt ist. Gesetzt es sey $N\ S$ (Fig. 5.) eine Magnetnadel, $N'\ S'$ ein Magnet, dessen Nordpol dem Südpol der Nadel auf der Westseite, in der Art, wie es die Figur zeigt, genähert wird, so gehen die Ströme auf der westlichen Seite der Nadel aufwärts, hingegen auf der ihr zugekehrten Seite des Magnets $N'\ S'$ niederwärts. Man sollte daher nach Ampere's Theorie erwarten, daſs hier eine Zurückstoſsung zwischen S' und N' erfolgen müſste, und doch erfolgt Anziehung.

Eben so scheint das Abstoſsen feindschaftlicher Pole, von welchen der eine zur Seite des andern gehalten wird, dieser Theorie entgegen zu seyn. Denn die Richtung der elektri-

Digitized by Google

schen Ströme in den gegen einander gekehrten Seiten ist übereinstimmend, wie man leicht einsieht, wenn man sich die Lage der Magnete gegen einander so denkt, wie es Fig. 6. zeigt. Woher entsteht also in diesem Fall Abstoſsung, und in jenem Anziehung?

Gewiſs würde die AMPERE'sche Hypothese keinen Augenblick bestehen können, wenn gerade diese Haupterscheinungen der magnetischen Wirkungen mit ihr unvereinbar wären. Allein AMPERE hat auf diese und ähnliche Einwürfe geantwortet, und seine Vertheidigung beruht darauf, daſs man, um die Wirkung zweyer Magnete, oder eines Magnets und elektrischen Apparats, auf einander zu erklären, nicht blos auf das Verhalten der elektrischen Ströme in den zunächst an einander grenzenden oder gegen einander gekehrten Seiten derselben, sondern auch auf die in den entferntern Theilen wirkenden Kräfte, oder, auf die gesammte Wirkung aller in den Magneten oder dem Leitungsdrath vertheilten Kräfte, Rücksicht zu nehmen habe.

Diese Forderung ist unstreitig sehr gerecht und der Natur der Sache angemessen. Wie aber hiernach Anziehung oder Abstoſsung in jedem Falle zu beurtheilen wäre, würde nur aus einer vollständigen mathematischen Darstellung der Sache, die AMPERE zu geben versprochen hat, bestimmt werden können. Eine solche mathematische Auseinandersezzung aber ist dem Verfasser dieses noch nicht zu Gesicht gekommen. Denn was davon in der mehrmals angeführten kleinen Schrift von AMPERE und BABINET, ingleichen in einem kurzen Aufsatz von AMPERE im Journal de Physique Sept. 1820. enthalten ist, ist nicht ausreichend. Indessen lassen sich mehrere Fälle nach dem angenommenen Prinzip ohne Schwierigkeit erläutern, und namentlich die eben dargestellten Einwürfe befriedigend beantworten.

Digitized by Google

Die Anziehung nämlich, die zwischen den freundschaftlichen Polen zweyer in gerader Linie gegen einander gekehrten Magnetstäbe statt findet — und die eine Folge nicht blos von der Einwirkung der in den zugekehrten Enden einander zunächst liegenden, sondern aller in den ganzen Stäben einander parallel laufenden Ströme ist — muſs auch noch fortdauern, wenn der eine Stab ein wenig zur Seite gehalten wird, nur wird sie etwas schwächer seyn. Rückt man alsdann den einen Stab weiter gegen den andern vor, so daſs etwa ihre Enden in eine gerade Linie zu liegen kommen, so nimmt die Anziehung wegen der gröſsern Annäherung der anziehenden Kräfte zu. Daſs es dabey einerley ist, auf welcher Seite der eine Stab dem andern genähert wird, ob zur Rechten oder Linken, oben oder unten, fällt in die Augen.

Läſst man alsdann den einen Stab noch weiter vorrükken, so daſs der Pol des einen neben dem Pol des andern zu stehen kommt, so fangen zwar jetzt an in dem kleinen Theil der gegen einander gekehrten Seiten, wegen der entgegengesetzten Richtung der Ströme, abstoſsende Kräfte zu wirken; aber diese können die zwischen den übrigen Strömen bestehende Anziehung nicht aufheben; ja da diese einander noch näher gebracht sind, so wächst die Anziehung noch. Und diese Zunahme wird bey weiterm Vorrücken der Stäbe so lange statt finden, bis die Wirkung der abstoſsenden Kräfte groſs genug wird, sie zu hemmen. Dieser Punkt bezeichnet das Maximum der Anziehung zwischen beyden Stäben. Bey weiterm Vorrücken derselben nimmt die Anziehung ab; und haben sie sich einander bis in die Mitte genähert, so wird sie Null. Werden sie dann noch weiter neben einander fortgeschoben, so geht die Anziehung in Abstoſsung über.

Digitized by Google

Auf eine ähnliche Weise verhält es sich, wenn die Magnete mit ihren feindschaftlichen Polen gegen und neben einander gebracht werden; und es würde überflüſsig seyn, diesen Fall besonders zu betrachten.

Auch läſst sich hiervon leicht die Anwendung auf das, was in einem unmagnetischen Eisenstäbchen vorgeht, wenn man es magnetisirt, machen. Hält man nämlich den einen Pol eines Magnets an das eine Ende des Stäbchens, so entstehen in demselben gleichlaufende Wirbel mit denen des Magnets, und daher wird das berührte Ende ein freundschaftlicher Pol. Rückt man den Magnet weiter an dem Stäbchen vor, so nimmt die Kraft an dem berührten Ende anfangs noch zu, wegen der stärkern Einwirkung der Ströme des Magnets; zugleich aber fangen an den sich berührenden Stellen die Ströme an einander entgegen zu wirken. Daher erreicht die Kraft bes berührten Endes bald ihr Maximum; bey weiterm Vorrücken des Magnets nimmt sie ab, und wenn der Magnet bis an die Mitte des Stabes gekommen ist, wird sie Null; zum Beweise, daſs die Einwirkung der elektrischen Ströme in dem nicht berührten Theil des Magnets durch die Gegenwirkung der einander entgegenlaufenden Ströme in den sich berührenden Theilen des Magnets und Eisenstabes aufgehoben wird. Bey noch weiterm Vorrücken des Magnets geht die Polarität des zuerst berührten Endes in die entgegengesetzte über.

Man darf also die Wirkung, die aus der Verbindung zweyer Magnete, oder eines Magnets und unmagnetischen Eisens entsteht, nicht nach dem, was in den zunächst zusammengrenzenden Theilen geschieht, allein beurtheilen, sondern muſs auch auf die entferntern Gegenstände Rücksicht nehmen; und je mehr der auf verschiedene Weise einwirken-

Digitized by Google

den Kräfte zusammenkommen, desto leichter kann man sich über den Erfolg ihrer Wirkung täuschen.

Hiernach lassen sich vielleicht die ganz neuerlich von Hrn. Prof. Schmidt in Gieſsen gegen die Ampere'sche Hypothese gemachten Einwürfe beantworten *).

Klebt man auf eine Glasplatte *MN* (Fig. 7.) einen Streifen Blattgold *O W*, und legt queer über diesen eine unmagnetische Stahlfeder, *a b*, bedeckt darauf dieses mit einer zweyten Glasplatte, *m n*, legt auf diese einen Magnetstab, *N S*, so daſs dessen nordpolarische Hälfte die nördliche Hälfte der Stahlfeder bedeckt, und läſst dann den Schlag einer Leydner Flasche durch den Streifen Blattgold in der Richtung *O W* gehen: so wird das Ende *a* der Stahlfeder ein magnetischer Südpol (im gewöhnl. Sinn des Worts), obgleich es, wenn man den Magnet *N S* wegnimmt, durch den bloſsen elektrischen Schlag ein magnetischer Nordpol wird. Hr. P. Schmidt findet dieses mit der Ampere'schen Theorie unvereinbar, weil sowohl die Richtung des elektrischen Stromes von *O* nach *W* unter der Stahlfeder, als die Richtung der Ströme in dem Magneten, über derselben vereinigt dahin wirken müſsten, daſs in *a* ein Nordpol entstände. Die Einwirkung des Südpols *S* auf die Stahlfeder glaubt er, wegen der Entfernung desselben, ganz auſser Acht lassen zu können. Aber, wie es scheint, mit Unrecht. Denn man darf nicht blos auf den entferntern Punkt des Südpols, sondern man muſs auf die ganze Reihe von elektrischen Strömen in der ganzen südpolarischen Hälfte des Magnets Rücksicht nehmen, und diese wirken dahin in *a* einen Südpol hervorzubringen. Nun ist die Lage des Magnets gegen die Stahlfeder eben diejenige, in welcher nach dem Obigen die Wirkungen beyder

*) *Gilberts* Annal. der Phys. 1823. 7. St. S. 261 ff

Hälften desselben auf die Stahlfeder, und namentlich auf den Theil *a c* derselben, sich ungefähr aufheben, so daſs das Ende *a* keine Polarität zeigt. Wird jetzt durch das Blattgold ein elektrischer Strom geleitet, dessen Richtung den elektrischen Strömen in der untern Seite des Magnets gerade entgegengesetzt ist, so muſs die Kraft des Magnets an diesem Ende geschwächt werden, folglich bekommt die südpolarische Hälfte wieder das Uebergewicht, und bringt in dem ihr zugekehrten Ende der Stahlfeder eine gleiche Strömung d. i. in *a* einen Südpol hervor.

Wenn dagegen in dem 4. Versuch von Hr. Pr. Schmidt die südpolarische Hälfte des Magnets über die nördliche Hälfte der Stahlfeder gelegt wird, und die andere Hälfte derselben, wie im erstern Versuch, unbedeckt bleibt, und dann der elektrische Schlag durch das Blattgold in derselben Richtung wie vorhin geleitet wird, so wird dadurch die Kraft der südlichen Hälfte des Magnets verstärkt, und die vereinigte Wirkung des verstärkten Südpols und des elektrischen Stroms in dem Blattgold bringt in der ganzen Stahlfeder eine stärkere Strömung in gleichem Sinne, folglich in *a* einen stärkern Nordpol, hervor.

Vielleicht wird mancher einwenden, daſs doch die Erklärung, welche die Ampere'sche Theorie in den eben angeführten, so wie in manchen andern Fällen giebt, ziemlich zusammengesetzt und verwickelt ist; und sie deswegen unbefriedigend finden. Indessen würde dieser Vorwurf unbillig seyn. Denn es ist nicht zu leugnen, daſs die Theorie selbst einfach genug ist, daſs sie den Zustand eines Magnets und eines elektrischen Leitungsdraths auf eine sehr bestimmte Weise vor Augen legt, und daſs viele Erscheinungen auf eine überraschend einfache Weise sich aus ihr ableiten las-

Digitized by Google

sen. Wo aber die Wirkungen der Natur selbst verwickelter Art sind — und wie oft sind sie das nicht! — da darf die Theorie sie durch ihre Erklärung nicht einfacher machen. Die AMPERE'sche Theorie hat das Verdienst, daſs sie die Anwendung der Mathematik gestattet, und es ist zu glauben, daſs sie von dieser Seite her — durch eine sorgfältige Bearbeitung ihres mathematischen Theils — noch gewinnen wird. Auch gereicht es ihr zum Vortheil, daſs sie mit beyden bis jetzt bestehenden Systemen der Elektrizität — dem Franklinischen und dualistischen — gleichgut vereinbar ist. Sie wird daher auf alle Fälle als ein brauchbarer Leitfaden dienen können, der auf neue Ansichten, neue Versuche, neue Entdeckungen zu führen geschickt ist; und so wird sie immer ein rühmliches Denkmal von dem Scharfsinn ihres Urhebers bleiben, selbst wenn die Zeit lehren sollte, daſs sie den wahren Zusammenhang der Erscheinungen, den die Natur nur zu tief verborgen zu haben scheint, nicht enthüllt hat.

In der That kann man, bey aller Gerechtigkeit, die man dieser Theorie wiederfahren zu lassen geneigt ist, doch nicht alle Zweifel, die sich dagegen erheben, unterdrücken.

1) Ist schon der Grund selbst, auf welchem die ganze Theorie beruht, von der Art, daſs er groſses Bedenken erregen muſs. Die elektrischen Ströme nämlich sollen einander anziehen oder zurückstoſsen, je nachdem sie in einerley, oder in entgegengesetztem Sinne flieſsen. Hier wird also Anziehung und Abstoſsung nicht von der Beschaffenheit der Materien, sondern nur von der Richtung ihrer Bewegung abhängig gemacht. Von einer solchen Wirkungsart ist in der ganzen Physik kein Beyspiel weiter vorhanden, und man hat Mühe sie zu begreifen. Man sage nicht, es wäre Thatsache, worauf die Annahme beruhe. Denn es ist schon oben

Digitized by Google

erinnert, daſs in der Art, wie Ampere seine Entdeckung darstellt, mehr liegt, als die bloſse Beobachtung über das Verhalten elektrischer Leitungsdräthe darbietet; was in dem Leitungsdrathe vorgeht, indem die Elektrizität auf denselben wirkt, das ist es eben, was wir nicht recht wissen, und worüber jetzt schon so verschiedene Ansichten entstanden sind.

2) Eben so sonderbar ist die Art, wie die anziehenden und abstoſsenden Kräfte in manchen Fällen hier wirken sollen. Die Richtung der Magnetnadel soll durch die Anziehung der elektrischen Ströme des Erdkörpers auf die untern Ströme der Nadel hervorgebracht werden; wirken aber jene nicht eben so sehr abstoſsend auf die obern Ströme derselben? Kann der unendlich kleine Unterschied in der Entfernung der untern und obern Ströme von den Strömen der Erde noch einen Unterschied in der Stärke ihrer Wirkungen verursachen? müſsten also Anziehung und Abstoſsung nicht vielmehr gleich seyn, folglich einander aufheben? und doch ist die Einwirkung so entschieden, und die Richtung erfolgt mit einer solchen Bestimmtheit, daſs sie kein geringes Uebergewicht der richtenden Kraft anzeigt.

3) Streut man auf die beyden Enden eines horizontal liegenden Magnetstabes Eisenfeil, so stellen sich die kleinen Eisenspähne an beyden Polen aufrecht, mit ihren Spitzen auf dem Magnete stehend, und es ist kein Zweifel, daſs in den Spitzen sich die magnetischen Pole bilden; folglich die Richtung der elektrischen Ströme in denselben horizontal geht, während sie doch in den Strömen des darunter liegenden Magnets vertikal ist. Man müſste also annehmen, daſs in diesem Fall die Ströme des Magnets in die Ströme der Eisenspähne wie Stirnräder in Kronräder eingreifen — und dieſs stimmt nicht mit der von Ampere aufgestellten Wirkungsart derselben überein.

Digitized by Google

Indessen wenn auch diese Einwürfe gehoben werden können, so ist darum noch nicht erwiesen, daſs die von Ampere aufgestellte Theorie die wahre sey, und uns den wahren Zusammenhang der elektrischen und magnetischen Erscheinungen darstelle. So lange es noch an einem direkten Beweise fehlt, daſs es wirklich elektrische Ströme sind, die in dem Innern des Magnets umherkreisen, werden wir immer Ursache haben, gegen eine Sache miſstrauisch zu seyn, deren Entstehung wir nicht begreifen. Es war eine Zeit, wo man alles in der Physik aus Wirbeln erklären wollte: die Bewegung der Weltkörper, die Erscheinungen der Ebbe und Fluth, die Wirkungen der Magnete, und was sonst noch mehr — nachdem wir uns davon frey gemacht haben, dürfen wir nicht ohne überwiegende Gründe wieder zu einer ähnlichen Erklärungsweise zurückkehren. Ampere glaubt zwar, daſs, so wie die Identität des Galvanismus und der Elektrizität erwiesen worden wäre, sobald Volta gezeigt hätte, daſs ein durch seine Säule affizirter Körper einen andern, der durch die Elektrisirmaschine elektrisirt wäre, anzöge oder abstieſse, so wäre auch die Identität der Elektrizität und des Magnetismus erwiesen, da ein Magnet und ein elektrischer Leitungsdrath einander gleichfalls anzögen und abstiessen. Aber wie viel fehlt noch, daſs hier dieselbe Klarheit, wie dort, herrschen sollte! Seitdem Volta durch seine Säule nicht blos Anziehen und Abstoſsen, sondern alle Arten der elektrischen Erscheinungen hervorgebracht hatte, konnte freylich niemand mehr an der Identität der Ursachen zweifeln. Hier hingegen beschränkt sich die ganze Uebereinstimmung auf das zweydeutige Anziehen und Abstoſsen. Es ist nicht zu leugnen, daſs durch die Elektrizität magnetische Wirkungen hervorgebracht sind, aber noch ist keine einzige elektrische Wirkung durch den Magnet hervorgebracht worden.

Digitized by Google

Fragen wir also noch einmal: welches ist die Verbindung, die zwischen Elektrizität und Magnetismus statt findet? können wir beyde nach den neuen Entdeckungen von Oersted, Arago, Ampere und andern für einerley oder müssen wir sie für verschieden halten? so ist die Antwort:

adhuc sub judice lis est!

Digitized by Google

Nachtrag.

Die Abhandlung, in welcher der Entdecker des Thermomagnetismus von seinen Versuchen und Beobachtungen umständlich Nachricht giebt, ist unterdessen in den Abhandlungen der Berlin. Akad. der Wissenschaften für 1822 und 1823 erschienen. Ein lehrreicher Auszug aus derselben befindet sich in den drey ersten Stücken von Poggendorf's Annalen der Phys. 1826. Es erhellet daraus, daſs, wenn zwey ungleichartige Metalle zu einer geschlossenen Figur, z. B. einem Kreise oder Viereck, verbunden, und in dem einen ihrer Berührungspunkte erwärmt werden, in dem andern nicht — so daſs eine Ungleichheit der Temperatur in beyden Berührungspunkten entsteht — sie eine Magnetnadel, die entweder nahe unter, oder über dem einen Metall, in paralleler Richtung mit demselben, befindlich ist, auf eine ähnliche Art ablenken, wie der elektrische Leitungsdrath einer galvanischen Kette. Auch ist die Richtung der Ablenkung nach der verschiedenen Baschaffenheit des Metalles und der Stellung der Nadel gegen dasselbe hier eben so bestimmt, wie bey den elektromagnetischen Apparaten. Wenn z. B. auf einen kleinen Stab von Wismuth *a b* (Fig. 8.) ein Kupferstreifen *SKN* aufgelöthet, und das Ganze so gestellt wird, daſs *a b* in den magnetischen Meridian fällt, mit dem Ende *b* gegen Norden gekehrt; wenn alsdann eine empfindliche Magnetna-

Digitized by Google

del innerhalb des Vierecks — also *über* das Wismuth und *unter* das Kupfer gebracht, und der Stab in *a* erwärmt wird, so weicht das Nordende der Nadel *nach Westen* ab; wird hingegen der Stab in *b* erwärmt, so ist die Abweichung *östlich*. Anders verhält es sich, wenn die Nadel über *K*, oder unter *W* gestellt wird: alsdann ist die Abweichung bey Erwärmung von *a östlich*, und bey Erwärmung von *b westlich*, jedoch schwächer, als im erstern Fall.

Bedient man sich statt des Wismuths eines Stäbchens von Spieſsglanz (Antimonium) — übrigens alles so eingerichtet, wie vorher — so erfolgen die Abweichungen der Magnetnadel nach der entgegengesetzten Seite; nämlich: wenn das Stäbchen in *a* erhitzt wird, so weicht das Nordende der Nadel, die sich zwischen dem Spieſsglanz und Kupfer befindet, *nach Osten* ab; und wird es in *b* erwärmt, so ist die Abweichung *westlich*. Stellt man dagegen die Nadel auſserhalb des Bogens, auf das Kupfer oder unter das Spieſsglanz, so ist die Abweichung bey Erwärmung von *a westlich*, und bey Erwärmung von *b östlich* *).

Anstatt der Erwärmung kann auch eine Erkältung durch Eis oder eine chemische Mischung angewandt werden; es erfolgt gleichfalls eine Abweichung der Magnetnadel, nur auf entgegengesetzte Art wie bey der Erwärmung; weil es eben so viel ist, als ob das entgegengesetzte Ende erwärmt würde. Am stärksten ist die Wirkung, wenn das eine Ende erwärmt, und das andere erkältet wird. Diese *Differenz der Temperatur* an den beyden Berührungspunkten der verschiedenen Metalle ist die erste Bedingung einer magnetischen Wirkung bey diesen Apparaten, und je gröſser die

---

*) S. *Gilberts* Annal. der Phys. 1823. 4. St. S. 433 ff.

Digitized by Google

Temperatur — Differenz, desto gröſser, wenn gleich nicht immer in demselben Verhältniſs, wird die Ablenkung der Magnetnadel.

Eine zweyte wesentliche Bedingung der Erregung des Magnetismus durch Erwärmung ist unmittelbare Berührung der Metalle. Ein Blättchen Papier, ein Goldschlägerhäutchen, eine mit Wasser benetzte Pappscheibe zwischen die Enden der Metalle geschoben, oder die dünnste Luftschicht dazwischen, hebt alle Wirkungen auf die Magnetnadel auf.

Es ist jedoch leicht zu erachten, daſs nicht alle Metalle, ohne Unterschied, eine gleichstarke Wirkung hervorbringen; sondern so wie in Absicht auf die galvanische Elektrizität sich eine bestimmte Reihenfolge der Metalle angeben läſst, nach welcher ihre Wirkung stärker oder schwächer ist, so auch hier. Der Entdecker dieser Erscheinungen hat schon eine solche Reihe zu bestimmen versucht, und dasselbe haben auch andere gethan; indessen würde es hier ausser Zweck seyn, diese Reihen aufzuführen. Es ist genug, die Thatsache selbst, die als wohlbegründet zu betrachten ist, aufzustellen, und dabey zu bemerken, daſs die thermomagnetische Reihe weder mit der galvanischen, noch mit irgend einer andern, aus bekannten Eigenschaften der Metalle abgeleiteten, Reihe übereinstimmt. Wismuth und Spieſsglanz geben mit einander die stärkste Wirkung, während Zink und Silber, die in der galvanischen Reihe am wirksamsten sind, hier nur eine schwache Ablenkung der Magnetnadel hervorbringen. Dieſs kann zum Beweise dienen, daſs der Magnetismus bey diesen Erscheinungen nicht von der, durch Berührung der Metalle hervorgebrachten, galvanischen Action herrührt.

Digitized by Google

So wie aber ein elektromagnetischer Apparat nicht blos ablenkend auf die Magnetnadel wirkt, sondern auch von einem andern Magnet angezogen und abgestoſsen wird, und selbst den Einwirkungen des Erdmagnetismus unterworfen ist, so findet dasselbe bey den thermomagnetischen Vorrichtungen statt. Ein Ring oder Rahmen, halb aus Wismuth und halb aus Spieſsglanz verfertigt, folgt, wenn er frey schwebend aufgehängt und auf die gehörige Art erwärmt wird, den Anziehungen und Abstoſsungen eines Magnets, und erlangt durch den Erdmagnetismus eine bestimmte Stellung. Eben so haben auch Cumming und Marsh Vorrichtungen angegeben, die, durch Wärme magnetisirt, in eine fortwährende drehende Bewegung versetzt werden können *).

Es lassen sich aber, wie schon oben bemerkt worden ist, die thermomagnetischen Erscheinungen auch mit einem einzigen Metall hervorbringen. Wird z. B. ein Kupferstreifen, der in einem Bogen oder Viereck um die Magnetnadel geleitet ist, an dem einen Ende erhitzt, und dann mit dem andern, kalten, Ende in Berührung gebracht, so wird die Magnetnadel abgelenkt. Der Temperatur-Unterschied der beyden Enden aber muſs hier beträchtlich stärker, als bey zwey Metallen seyn, um eine gleiche Wirkung hervorzubringen. Am stärksten ist die Wirkung, wenn das eine Ende glühend ist, und mit dem andern, kalten, Ende in Berührung gesetzt wird; oder, wenn ein Theil des Metalls sich in flieſsendem Zustande befindet, und die Enden des die Magnetnadel umschlieſsenden gleichartigen Bogens wechselsweise in den flieſsenden Theil getaucht werden. Daſs indessen auch

*) S. *Schweiggers* Journ. (N. R.) X. Bd. ingl. *Biot's* Lehrb. der Experimental-Phys. III. Bd. S. 182 ff.

hierbey sich die verschiedenen Metalle von ungleicher Wirksamkeit zeigen, versteht sich von selbst. Mit einem Bogen von Bley, ingleichen von Zinn konnte Seebeck auch unter den günstigsten Umständen keine Wirkung erhalten; dagegen erfolgte sogleich eine ziemlich lebhafte Abweichung, wenn die Enden des Bleyes wechselsweise in geschmolzenes Zinn, oder die Enden des Zinnes in geschmolzenes Bley getaucht wurden.

In manchen Arten der Metalle kann der Thermomagnetismus auch dann erregt werden, wenn sie einen zusammenhängenden Ring oder ein Viereck bilden. Ein Ring von Spieſsglanz, 6 Zoll im Durchmesser und einen halben Zoll dick, wurde magnetisch, wenn man ihn an einer Stelle erwärmte. Doch ist die Stelle der Erwärmung nicht gleichgültig. An zwey Stellen zeigte sich ein Maximum der Wirkung, an zwey andern ein Minimum. Dasselbe ergab sich bey einem Ringe von Wismuth. Nur hatten hier die Stellen der gröſsten und kleinsten Wirkung nicht dieselbe Lage gegen einander, wie bey dem erstern. — Ringe von Gold, Silber, reinem Kupfer zeigten unter ähnlichen Umständen keine Wirkung — woraus zu folgen scheint, daſs bey einem einzigen Metall eine gewisse Ungleichheit in der Beschaffenheit oder in dem Gefüge desselben zur Erzeugung des Thermomagnetismus in ihm nothwendig ist.

Auch gerade Stäbe von Spieſsglanz, Wismuth und andern Metallen oder Metallmischungen erhalten durch ungleiche Erwärmung einige Polarität. Yelin fand, daſs alle Metalle ohne Ausnahme, sobald sie an zwey Stellen ungleichen Temperaturgraden ausgesetzt sind, zu Magnetomotoren werden. Erwärmt man die eine Hälfte des Stabes, während man die andere Hälfte erkältet, so wird der ganze Stab ma-

Digitized by Google

gnetisch, und die eine Hälfte desselben bringt, über oder unter den einen Pol einer Magnetnadel gehalten, die entgegengesetzte Abweichung von derjenigen zuwege, welche die andere Hälfte in derselben Lage bewirkt *). Nach Seebeck's Versuchen erstreckt sich der Magnetismus, wenn man das eine Ende des Stabes erwärmt, ohne die Temperatur des andern zu verändern, nur auf einen kleinen Theil desselben, nicht bis in die Mitte. Seebeck hat auch Scheiben, und hohle Kugeln von Spieſsglanz durch ungleiche Erwärmung magnetisirt.

Wenn man die Glieder, aus welchen ein Bogen oder Vieleck zusammengesetzt wird, vervielfältigt, so kann die magnetomotorische Kraft dadurch verstärkt werden. Oersted und Fourier construirten ein Sechseck aus drey Stäbchen von Wismuth, und eben so vielen von Spieſsglanz, die in abwechselnder Folge zusammengelöthet wurden. Eine Seite desselben wurde in den magnetischen Meridian gebracht, und die Magnetnadel so nahe als möglich darunter gestellt. Als sie darauf an eine der zusammengelötheten Stellen eine Weingeistflamme brachten, wich die Nadel schon merklich ab. Noch gröſser war die Abweichung, als sie zwey, nicht auf einander folgende, Ecken erhitzten; und noch gröſser, als sie auch die dritte Ecke erhitzten. Eben so lieſs sich durch Erkältung der drey Ecken vermittelst Eis eine verstärkte Wirkung hervorbringen. Am stärksten aber war die Wirkung, wenn sie Flamme und Eis zugleich anwandten, und in abwechselnder Folge die einen drey Ecken erhitzten, die andern drey erkälteten. — Verlängerung der einzelnen Glieder einer solchen Kette, ohne Vervielfältigung

*) *Gilberts* Annal. der Phys. 1823. 4. St. S. 424 ff.

Digitized by Google

ihrer Anzahl, hat eine schwächere Wirkung zur Folge; und selbst eine Vervielfältigung der Glieder verstärkt die Wirkung nicht, wenn zugleich der Umfang in demselben Verhältniſs vergröſsert wird. Eine Kette von 4 Gliedern, Wismuth und Spieſsglanz, bewirkte fast eine eben so starke Ablenkung der Magnetnadel, als eine andere von 8 Gliedern und noch einmal so groſsem Umfange. Soll also die Wirkung einer solchen Kette durch die Vervielfältigung ihrer Glieder verstärkt werden, so muſs man zugleich dafür sorgen, daſs der Umfang nicht beträchflich zunimmt. d. h. man muſs die einzelnen Glieder desto kürzer machen.

Wenden wir uns nun zu der schon oben, in der vorstehenden Abhandlung, aufgeworfenen Frage, ob die nächste Ursache der magnetischen Erscheinungen dieser Klasse die durch Wärme erregte Elektrizität sey, oder nicht — so ist diese ihrer Entscheidung noch nicht näher gebracht. Zwar nehmen viele Physiker keinen Anstand, diese Erscheinungen von der Elektrizität abzuleiten, und sie mit dem Namen der thermoelektrischen Erscheinungen zu bezeichnen; allein bis auf diesen Augenblick ist es noch nicht gelungen, die geringste elektrische Wirkung dabey wahrzunehmen. Die empfindlichsten Elektrometer geben, selbst mit Hülfe des Condensators, kein merkbares Zeichen von Elektrizität, und die Wirkungen, die man auf der Zunge, oder an einem Froschpräparat hervorgebracht haben will, sind zu unbedeutend und zu unbestimmt, als daſs man ihnen vertrauen könnte. Zwar ist der Thermomagnetismus dem Elektromagnetismus darin ähnlich, daſs er, eben so wie dieser, bey einer vollständigen Leitung wirksamer ist, als bey einer unvollständigen, und daſs ein kürzeres Metall beyden zu einer bessern Leitung dient, als ein längeres. Auch ist die Wärme in manchen Fällen ganz entschieden ein Mittel Elektrizität zu erregen,

Digitized by Google

z. B. bey dem Turmalin und einigen andern Mineralien; und bey dem Verbrennen mancher Körper entsteht Elektrizität. Dagegen wissen wir auch, durch Morichini's Entdekkung, daſs das Licht fähig ist, die magnetische Kraft im Eisen zu entwickeln — sollen wir aber auch hier erst die Elektrizität zu Hülfe rufen? und stehen Licht und Wärme nicht vielleicht in noch engerer Verbindung, als Wärme und Elektrizität? Man wird also wohl die Erscheinungen des Thermomagnetismus nicht eher der Elektrizität zuschreiben dürfen, als bis die Gegenwart derselben in ihnen auf eine unzweydeutige Art erwiesen ist.

Die nur eben erwähnte Entdeckung von Morichini, deren Richtigkeit eine Zeitlang von andern Physikern in Zweifel gezogen und bestritten worden ist, scheint sich neuerlich wieder zu bestätigen, und bietet eine so merkwürdige Thatsache, sowohl in Beziehung auf das Licht, als auf die magnetische Kraft dar, daſs sie der gröſsten Aufmerksamkeit würdig ist. Nicht das Licht überhaupt, sondern nur die violetten Strahlen desselben, oder vielmehr derjenige Theil des prismatischen Farbenbildes, der auf der Seite der violetten Strahlen liegt, hat die Eigenschaft einen unmagnetischen Eisendrath magnetisch zu machen. Morichini pflegte bey seinen Versuchen das Licht durch ein Prisma zu zerlegen, die violetten Strahlen mit einem Brennglase aufzufangen, und den Brennpunkt von der Mitte des zu magnetisirenden Drathes langsam nach dem einen Ende hin zu führen. Dabey hütete er sich sorgfältig, in derselben Richtung zurückzugehen, oder die andere Hälfte der Nadel mit dem Lichte zu treffen. Dieses Verfahren muſste eine geraume Zeit fortgesetzt werden. Denn bey einem dieser Versuche hatte die Nadel nach einer halben Stunde noch keine Polarität erlangt, und erst nachdem, sie noch beynahe eine

Digitized by Google

halbe Stunde auf diese Art behandelt worden war, zeigte sie sich magnetisch. Jetzt aber war auch ihr Magnetismus so entschieden, daſs er nicht bezweifelt werden konnte. Denn sie schwang, als sie auf ihren Stift gelegt wurde, einige Zeit lebhaft hin und her, und blieb zuletzt im magnetischen Meridian stehen. Auch zog sie Eisenfeil an, und der vom violetten Lichte bestrahlte Theil stieſs den Nordpol einer andern Nadel zurück — zum Beweise, daſs er den gleichnamigen Pol enthielt. Man sieht, daſs Morichini bey seinem Verfahren eine ähnliche Vorsicht beobachtet, als die Verfertigung künstlicher Magnete erfordert: daſs man nämlich mit dem bestreichenden Magnete immer nur nach einerley Richtung, und — bey dem sogenannten Doppelstrich — von der Mitte nach dem Ende der Nadel streicht. Um dem Einfluſs des Erdmagnetismus während der Operation vorzubeugen, wird die Nadel mit Wachs in einer horizontalen, auf den magnetischen Meridian senkrechten, Richtung befestigt. Bey einem solchen Versuche, der vollkommen gelang, war Humphry Davy, und bey einem andern, den Dr. Carpi in Rom anstellte, Playfair zugegen. — Zeugen, deren Gültigkeit niemand in Anspruch nehmen wird.

Auf eine noch einfachere Weise hat eine Engländerin, Lady Sommerville, den Versuch wiederholt: sie nahm eine unmagnetische, einen Zoll lange, Nadel, bedeckte die eine Hälfte derselben mit Papier, und legte die Nadel in das violette Sonnenlicht, das sie sich vermittelst eines in einem Fenster angebrachten Prisma's von Flintglas verschaffte. Nach zwey Stunden war die Nadel magnetisch. Dieser Versuch wurde öfters und immer mit demselben Erfolge wiederholt. Sie fand dabey, daſs auch die dunkelblauen Strahlen eben so kräftig wirkten; weniger die hellblauen und grünen. Dagegen waren die gelben, orangefarbenen und rothen Strah

len, ingleichen die dunkeln Wärmestrahlen auſserhalb des Farbenbildes, ganz unwirksam *).

Noch besser gelangen die Versuche, wenn sie, statt der Nähnadeln, anderthalb Zoll lange Stücke einer Uhrfeder nahm — vermuthlich wegen der blauen Farbe derselben. Es war hinreichend, wenn sie solche Nadeln, zur Hälfte bedeckt, dem Sonnenlicht, das durch ein blaues Glas auffiel, aussetzte; oder wenn sie sie, halb in Papier und halb in blaues Band gehüllt, einen Tag lang in der Sonne liegen lieſs. Rothes oder gelbes Band hingegen brachte keinen Magnetismus zuwege **).

Daſs man bey allen diesen Versuchen nicht die Wärme als die Ursache des Magnetismus anzusehen habe, ist wohl von selbst klar; da gerade die violetten und blauen Strahlen die geringste wärmende Kraft besitzen, und das volle Sonnenlicht alsdann noch wirksamer seyn müſste, als das violette — wovon gerade das Gegentheil statt findet.

Bey der Elektrizität, der Wärme, dem Licht scheinen eigenthümliche Kräfte, Wirkungen chemischer Art, die Erre-

---

*) *Morichini* hat bey fortgesetzten Versuchen, die seine frühere Entdeckung vollkommen bestätigten, gefunden, daſs die dunkeln Strahlen auf der andern Seite des Farbenbildes, ausserhalb des violetten Lichtes, gleichfalls den Magnetismus zu erregen fähig wären, obwohl in etwas geringerm Grade, als er im violetten Licht hervorgebracht wird. Dieſs bringt ihn auf den Gedanken, ob vielleicht überhaupt nur die, mit dem violetten Lichte verbundenen, dunkeln (sogenannten chemischen) Strahlen die magnetisirende Eigenschaft besitzen; indessen sind seine Versuche darüber nicht entscheidend. S. *Kastners* Archiv. VIII. Bd. 1. Heft.

**) S. *Froriep's* Notizen. 1826. No. 290. ingleichen *Poggendorf's* Annal. 1826. 4. St.

Digitized by Google

gung des Magnetismus zu bewerkstelligen; um so auffallender muſs es seyn, wenn wir sehen, daſs auch durch ein mechanisches Mittel der Magnetismus in den Körpern in gewisser Art erregt oder bemerklich gemacht werden kann. Arago, dieser geistvolle Naturforscher und feine Experimentator, beobachtete, daſs die Schwingungen einer Magnetnadel innerhalb eines kupfernen Ringes oder über einer kupfernen Scheibe gleichsam gehemmt wurden, und die Anzahl derselben in einer gewissen Zeit sich beträchtlich verminderte. Dieſs brachte ihn auf den Gedanken zu versuchen, ob auch eine ruhende Magnetnadel durch Umdrehung einer kupfernen Scheibe in Bewegung gesetzt werden könnte. Und dieſs geschah wirklich, wenn die Scheibe mit einer gewissen Schnelligkeit herumgedreht wurde. Die Nadel konnte dadurch sogar dahin gebracht werden, daſs sie sich ganz herumdrehte, und so lange fortfuhr sich zu drehen, als die Scheibe in Bewegung erhalten wurde.

Diese Versuche haben andere, unter diesen Babbage und Herschel, wiederholt, und den Erfolg bestätigt. Auch haben ihnen andere Metalle eine ähnliche Wirkung, wenn gleich nicht in demselben Grade, gezeigt.

Umgekehrt lassen sich Scheiben von Kupfer und andern Metallen, die über einen starken Hufeisenmagnet aufgehängt werden, dadurch in eine drehende Bewegung versetzen, daſs der Magnet mit Schnelligkeit herumgedreht wird.

Schon früher hatte Christie entdeckt, daſs, wenn eine eiserne Platte um ihre Achse einige Zeit herumgedreht, und dann stille gehalten wird, eine Magnetnadel in ihrer Nähe eine verschiedene Richtung annimmt, je nachdem die Platte nach der einen oder nach der andern Seite hin ge-

Digitized by Google

dreht wurde, wenn gleich ihre Stellung beym Stillestehen genau dieselbe ist *).

Barlow untersuchte, ob eine eiserne Kugel durch eine heftige Drehung eine Aenderung in ihrer magnetischen Wirksamkeit erlitte; und dieſs war allerdings der Fall. — Auch versuchte er, eine Magnetnadel durch Kupfer, ohne es zu drehen, aus ihrer Stellung zu bringen; und dieſs gelang, wenn der Einfluſs des Erdmagnetismus auf die Nadel durch einen andern Magnet aufgehoben, oder die Nadel neutralisirt war **).

Aus diesen Versuchen scheint zu folgen, daſs, auſser den schon bisher als magnetisch bekannten Metallen, auch die übrigen, und unter diesen vornehmlich das Kupfer, von Natur einige magnetische Kraft besitzen, die nur in ihnen nicht so fixirt werden kann, daſs sie, wie das Eisen, eine bleibende Polarität erlangen ***).

---

*) S. The Edinb. Journ. of sc. No. V. (Jul. 1825). — Wenn die in der Nähe befindliche Magnetnadel kräftig genug ist, so muſs sie allerdings in der Scheibe eine verschiedene magnetische Vertheilung hervorbringen, wenn diese nach verschiedenen Seiten herumgedreht wird; und dieſs muſs hinwiederum auf die Stellung der Nadel einen Einfluſs haben. — Es wäre aber die Frage, ob sich auch dann noch eine Verschiedenheit in ihrer Stellung zeigen würde, wenn die Scheibe ohne die Nadel herumgedreht, und diese erst nach dem Stillestehen ihr genähert würde.

**) Nachricht von solchen Versuchen über die Einwirkung schnell herumgedrehter Körper auf Magnetnadeln findet man in der „Zeitschrift für Physik und Mathemat.“ — v. *Baumgartner* und *v. Ettingshausen*. I. Bd. 2. H. (Wien, 1826).

***) Daſs Kupfer, auch auſser der galvanischen Kette, auf die Magnetnadel zu wirken fähig sey, hat schon früher der Apotheker *Dulk* in Königsberg beobachtet — und er schloſs, daſs alle Me-

Digitized by Google

Vergleichen wir diese neuen Thatsachen in Betreff des Magnets mit den schon oben angeführten, so zeigt sich um so mehr, wie mangelhaft die bisher aufgestellten magnetischen Theorieen sind. Besonders scheinen die Morichinischen Versuche am wenigsten mit Ampere's Hypothese in Uebereinstimmung zu stehen. Denn mögen wir das Licht für einen besondern Stoff, oder für Undulationen des Aethers halten, so ist nicht abzusehen, warum gerade nur die violetten und blauen Strahlen die elektrischen Ströme des Eisens in diejenige Richtung bringen sollen, die der Magnetismus erfordert, zumal da es gar nicht darauf ankommt, in welcher Richtung sie auffallen. Auch müſste man eine stärkere Wirkung erwarten, wenn die ganze Nadel den Sonnenstrahlen ausgesetzt wäre, als wenn nur die Hälfte derselben von ihnen beschienen würde; und doch ist das so wenig der Fall, daſs gerade alsdann alle Wirkung aufhört. Der Umstand, daſs nur die Strahlen von der einen Seite des prismatischen Farbenbildes den Magnetismus zu erwekken fähig sind, und daſs sie beständig in dem Theile der Nadel, auf welchen sie fallen, den magnetischen Nordpol hervorrufen, scheint eben so sehr für eine eigenthümliche Beschaffenheit dieser Strahlen, als desjenigen Prinzips, von welchem die Thätigkeit des magnetischen Nordpols herrührt, zu

---

talle etwas magnetisch wären. Siehe dessen Schrift: Ueber Elektromagnetismus, Königsberg 1824. und *Kastner's* Archiv I. Bd. 1. Heft. — Freylich bleibt bey den daselbst angeführten Versuchen noch der Zweifel übrig, ob das Kupfer auch chemisch rein, und von aller Beymischung des Eisens frey gewesen sey. Dasselbe gilt in Absicht auf das Messing, das häufig durch Eisenfeilspähne in den Werkstätten der Mechaniker verfälscht wird. — Nach allen diesen Erfahrungen möchte man wohl zweifeln, ob es zweckmäſsig sey, die Magnetnadeln, wie es häufig geschieht, in messingene Büchsen einzuschlieſsen.

Digitized by Google

sprechen. Es ist also wohl nöthig, daſs wir unsere Untersuchungen über Magnetismus, Elektrizität, Wärme und Licht noch etwas weiter fortsetzen, ehe wir dahin kommen werden, eine etwas genügende Theorie, nicht blos von einem dieser Prinzipe, sondern von allen zugleich, aufzustellen.

Leipzig, gedruckt bey W. Haack.

Digitized by Google

Druckfehler,

die man vor dem Lesen zu verbessern bittet.

Seite 8 Zeile 1 v. o. lese Campa- statt Compa-.
— 10 — 17 — nach: so viele — ist „Beispiele“ ausgelassen.
— 19 — 4 v. u. l. Eandi st. Candi.
— 20 — 7 v. o. l. Vasalli st. Vesalli.
— 27 — 10 v. u. l. den st. dem.
— 29 — 15 v. o. ist nach: während „wie“ ausgelassen.
— 33 — 6 — l. Von st. Vor.
— 34 — 3 v. u. l. physikal. st. physiol.
— 36 — 18 v. o. nach: isolirenden — ist „Luft“ ausgelassen.
— 41 — 14 — l. Hitze st. Blitze.
— 43 — 9 v. u. l. Entladung st. Entdeckung.
— 45 — 3 — l. Höhle st. Küche.
— 49 — 6 — l. Quirotoa st. Quirotou.
— 60 — 2 v. o. l. tremblem. st. tremplem.
— 74 — 17 — l. darin st. damit.
— 81 — 2 v. u. l. Hamburg st. Hornburg.
— 83 — 2 v. o. ist nach: diese — ein: zu setzen.
— 84 — 1 v. u. nach: Cavallo — ist „an“ ausgelassen.
— 89 — 13 v. o. l. Polarität st. Polorität.
— 90 — 7 — l. einigem st. einigen.
— 91 — 9 v. u. l. vom st. von.
— 97 — 9 — l. Polarität st. Polorität.
— 103 — 5 v. o. l. Experim. st. Emperim.
— 104 — 5 — l. einer st. siner.
— 105 — 7 v. u. ist nach: berühmten — „holländischen“ ausgelassen.
— 118 — 3 — l. ein Schritt st. Schritt.
— 122 — 14 v. o. l. laufend st. lautend.
— 128 — 5 v. u. l. S st. S′.

Digitized by Google

Bei dem Verleger sind im Jahr 1826 erschienen:

1) Andrä, I. Valent., Theophilus. Aus d. Lat. übersetzt v. E. T. Pabst. 8. Velinpapier 8¼ Bogen. 10 Gr.

2) Brande, W. T., Handbuch der Pharmacie und Materia Medica. Aus d. Engl. übers. und mit Zusätzen begleitet v. Fr. Wolf. gr. 8. Patentpapier 42½ Bogen. 2 Thlr. 16 Gr.

3) Burserii de Kanilfeld, I. B., Institutiones medicinae practicae. Recudi, curavit, praefatus est auctoris vitam adjecit Dr. I. F. C. Hecker. 4 Vol. 8 maj. Patent Velinpapier 119½ Bg. 6 Thlr. 16.

4) Crusius, Dr S. G., Noth- und Hülfsbüchlein. Siebente Auflage 8. geheftet 23¼ Bogen. 1 Thlr. 8. Gr.

5) Elfenmährchen, irische, übers. von den Brüdern Grimm 8. Auf Velinpapier. 23 Bogen. 1 Thlr. 16 Gr.

6) Feldjäger, der junge, in französischen u. englischen Diensten während des spanischen und portugiesischen Kriegs v. 1806 — 16. Eingeführt durch J. W. von Göthe. 2 Bändchen 12. Velinpapier geheftet. 23 Bogen. 2 Thlr.

7) Feldjäger, des jungen Kriegskammerad, gefangen u. strandend, immer getrost und thätig. Eingeführt durch J. W. v. Göthe. Auch als 3. Bändchen v. N. 6. 12. Velinpapier geheftet. 12½ Bogen. 1 Thlr.

8) Fritzsche, C. F. A. IV Evangelia N. T. recens. et cum commentariis perpetuis suis edidit. Tom. I. Evangelium Mathaei 8 maj. 56 Bogen Patent Velin. 4 Thlr.

9) Gebetbuch, das allgemeine (Common Prayer) oder die Agende der vereinigten Kirche von England und Irland. Uebersetzt v. Dr. J. H. W. Küper (K. Groſsbrit. Hofprediger in London) gr. 8. 16 Bogen. 1 Thlr.

10) Hornung, D., (Schuldirector in Berlin). Handbuch zur Erläuterung der biblischen Geschichte und Geographie, für Volksschulen und forschende Bibelleser. Zweite Aufl. 20¼ Bog. 8. 12 Gr.

11) Kleinii, Dr. L. G., Interpres clinicus, sive de morborum indole, exitu in sanitatem metaschematismo, successionibus, eventu funesto, dijudicationes, praesagitiones medicae, pagellae in memoriae subsidium medicis junioribus ad infirmos ingressuris fideliter communicatae. Praefatus est L. B. Alb. de Haller. Editio nova 12. Velinpapier 13½ Bogen. 18 Gr.

12) Murray, L., English Grammar, adapted to the different classes of learners with an appendix, containing rules and observations for assisting the more advanced students to write

Digitized by Google

with perspicuity and accuracy. 40. (1. Leipzig) Edition gr. 12. 14¼ Bogen Velinpapier sauber cartonirt. 1 Thlr.

13) Murray, L., English Exercises adapted to the English. Grammar, consisting of: Exercises in parsing; — Instances of false orthography; Violations of the rules of syntax; -- Defects in punctuation and violations of the rules respecting perspicous and accurate writing, designed for the benefit of private learners as well as for the use of schools. 33. (1. Leipzig) Edition gr. 12. 9½ Bogen Velinpapier sauber cartonirt. 16 Gr.

14) Rose, H. J., der Zustand der protestantischen Religion in Deutschland, in 4 Reden, an der Universität zu Cambridge gehalten. Mit vielen Anmerkungen zur Erläuterung der Reden. A. d. Engl. übers. 8. 15 Bog. Velinpap. sauber geheftet. 22 Gr.

15) Schmalz, M. F., (Pastor zu Dresden) Erbauungsstunden für Jünglinge und Jungfrauen, nach ihrem feierlichen Eintritte in die Mitte reiferer Christen. Ein Confirmanten-Geschenk und Beitrag zur häuslichen Andacht. Zweite verb. Aufl. Mit 1 schönen Kupfer. 17 Bogen Velinpapier in eleganten Umschlag gebunden. 1 Thlr.

16) Schönherr, C. I., Curculionidum dispositio methodica cum generum characteribus, descriptionibus atque observationibus variis, seu prodromus ad Synonymiae Insectorum Partem IV. 8 maj. 22 Bogen Patent Velinpapier. 2 Thlr.

17) Scott, Walter, Lebensbeschreibungen berühmter brittischer Dichter und Prosaisten. Bearbeitet v. Heinr. Döring 8. 13½ Bogen Velinpapier. 1 Thlr.

18) Seltenreich, Dr. C. C., (Superintendent in Dresden) Predigtentwürfe, über die gewöhnlichen Sonn- Fest- und Aposteltags-Evangelien und Episteln, durchs ganze Jahr in ausführlicher und abgekürzter Form. 1r Band 1s Heft 2. Aufl. 8. 6½ Bogen. 8 Gr.

19) Tissot, Dr. S. T., Von der Onanie. Frei bearbeitet v. Dr. S. G. Crusius. 2. Auflage 8. 18½ Bogen geheftet. 18 Gr.

20) Wieland, E. M., sämmtliche Werke, 52r Band herausgeg. v. J. G. Gruber. Auch unter dem Titel E. M. Wielands Selbstschilderung in der Erläuterung der die letzte Ausgabe begleitenden Kupfersammlung von J. G. Gruber. 14 Bogen. gr. 24. 12 Gr. Velinpapier 18 Gr.

21) Kupfersammlung zu Wielands sämmtlichen Werken. Vollständig in 52 Kupfert. Auf Velinp. gedruckt u. in 5 Hefte abgetheilt, nebst der dazu gehörigen Selbstschilderung Wielands. 4 Thlr. 18 Gr. Auf groſsem Papier avant la lettre 6 Thlr. 16 Gr.

Digitized by Google

Fig: 1.

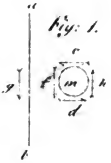


Fig: 2.

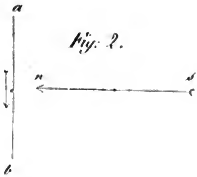


Fig. 3.

Fig: 4.

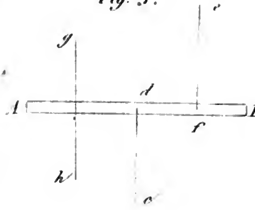


Fig: 5.

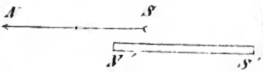


Fig: 6.

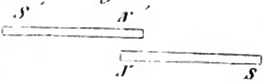


Fig: 7.

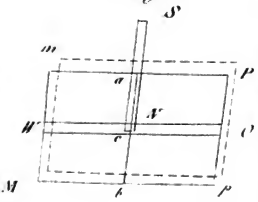
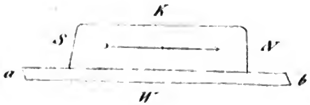


Fig: 8.



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google